

贵州枇杷种质资源分布及其产业发展概述

杨勇胜¹,王道静¹,陈阳松¹,范付华²,魏 椿¹,
余 桃¹,江旭升¹,李庆宏¹,李 斌¹,陈树红¹

(¹贵阳市农业试验中心,贵阳 550018;²贵州大学林学院,贵阳 550025)

摘 要:贵州立体气候突出,野生枇杷种质资源丰富,性状差异性明显。目前已找到普通枇杷、大花枇杷、小叶枇杷3个种类,普通枇杷在全省广泛分布,大花枇杷主要分布在黔东南州雷公山一带,小叶枇杷主要分布在黔西南州兴义市一带。贵州省枇杷商品化栽培始于1958年,由黔东南州率先从江苏、浙江、福建等省引进优良品种进行试验示范。进入20世纪80年代中后期,贵阳市、黔东南州、黔西南州等地州(市)相继开展引种试验及小规模推广应用。截至2010年,在贵阳市、黔东南州、毕节市等地区拥有了万亩以上的规模化种植。特别是2015年以来,贵州各地枇杷种植生产发展速度迅猛,据2022年贵州省农业农村厅统计数据,全省枇杷种植面积已达2.3万hm²,年产量16.3万t,产值达17.1亿元,鲜果采摘期超过2个月。但栽培技术与管理水平仍较低,面积上升与产量增长不成正比,全省平均每666.7m²商品果产量不足500kg,提升空间很大。存在问题主要为,一是缺乏地方规范的引、试、推制度体系,盲目性引种,造成品种混杂,良莠不齐,商品性低;二是对遗传优良性状的种质资源挖掘不足,缺乏地方特色的主导品种,市场竞争力不强;三是枇杷品牌创建与营销策略意识不强,形成行业内竞争压价销售,影响效益;四是鲜果产后冷链及深加工产品技术研发滞后,产业附加值增长有限;五是旱涝寒暑等极端天气频繁出现,山地果园设施栽培配套条件滞后,抗风险能力不强等。主要围绕贵州枇杷种质资源分布特征、引种与育种、栽培技术演变、产业发展及其制约因子等方面进行了分析,尝试提出贵州枇杷产业当前与未来的主要任务,以推动枇杷产业高质量发展。

关键词:枇杷;贵州;种质资源;分布;产业

中图分类号:S667.3

文献标志码:A

文章编号:1009-9980(2024)02-0338-15

Overview of the distribution and industrial development of loquat germplasm resources in Guizhou

YANG Yongsheng¹, WANG Daojing¹, CHEN Yangsong¹, FAN Fuhua², WEI Chun¹, YU Tao¹, JIANG Xusheng¹, LI Qinghong¹, LI Bin¹, CHEN Shuhong¹

(¹Guiyang Agricultural Test Center, Guiyang 550018, Guizhou, China; ²College of Forestry, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China)

Abstract: Guizhou has a prominent three-dimensional climate, abundant wild loquat germplasm resources and significant differences in traits. According to the survey from Lin Shunquan et al., there are six species of loquat in Guizhou, namely common loquat, large-flowered loquat, small-leaved loquat, narrow-leaved loquat, narrow-leaved mutation loquat and Tengyue loquat. At present, our research group has found three species of common loquat, large-flowered loquat and small-leaved loquat, which are preserved in the Loquat Germplasm Resource Nursery of Guizhou Province. Common loquat is widely distributed in whole Guizhou province, with large flower loquat mainly distributing in Leigong mountain, southeast Guizhou, and small leaf loquat mainly distributing in Xingyi City, southwest Guizhou. The distribution characteristics of wild *Eriobotrya* plants are as follows: from northeast to southwest, the tree types change from “small tree” or “small tree-tree” to “tree”, the leaves change from small leaf to large leaf, the back hairs change from dense to thin, and the leaf edges become wider. The

收稿日期:2023-04-20

接受日期:2023-12-15

基金项目:贵州省农业科技攻关项目(黔科合NY[2014]3023号);贵州省精品水果现代农业技术体系(GZYTXX2018);贵州省农业科技创新联盟科技协同项目(黔农科创联盟合[2022]01号);贵阳现代农业种质资源创新与技术集成试验示范(筑财编[2022]1号文件)

作者简介:杨勇胜,男,正高级农艺师,主要从事果树种质资源保护、育种与栽培研究工作。E-mail:gzysyang@163.com

size of the inflorescence changes gradually from small to large, the arrangement closeness between the branches and flowers changes from tight to loose, the branches change from falling and curling to flat and sloping up, the branches become slender, and the shape of the inflorescence changes from short conical to long conical. The soluble solid content, total sugar content and solid acid ratio in the fruit show the trend of high to low, and the leaf spot resistance from strong to weak. Commercial cultivation of loquat in Guizhou province began around 1958, and Qiandongnan Prefecture took the lead in introducing fine varieties from Jiangsu, Zhejiang, Fujian and other provinces for cultivation experiments. In the middle and late 1980s, Guiyang City, Qiannan Prefecture, Qianxinan Prefecture and other prefectures (cities) successively carried out introduction experiments and small-scale promotion and application. By 2010, there were over 10 000 acres of large-scale planting in areas such as Guiyang, Qiandongnan Prefecture and Bijie City. Especially since 2015, the rapid development of loquat plantings and production in various parts of Guizhou has taken place. By 2022, the planting area of the loquat in the province reached 23 000 hm², the annual output was 163 000 tons, the output value was 1.71 billion yuan, and the shelf life of loquat was more than two months. Among them, the planting area of Qiandongnan Prefecture was about 2100 hm², with an annual output of about 10 500 tons and an output value of about 137 million yuan. The planting area of Qianxinan Prefecture was about 5600 hm², with an annual output of about 42 600 tons and an output value of about 342 million yuan. The planting area of Qiannan Prefecture was about 4300 hm², with an annual output of about 17 200 tons and an output value of about 248 million yuan. The planting area of Guiyang City was about 6200 hm², with an annual output of about 50 000 tons and an output value of about 650 million yuan. Anshun planting area was about 3300 hm² with output of about 30 600 tons and an output value of about 243 million yuan or more. The planting area of Bijie City was about 1 066.7 hm², with an annual output of about 10 100 tons and an output value of about 102 million yuan. Other planting areas accounted for about 500 hm², with output of about 1600 tons and output value of 12 million yuan. However, the cultivation technology and management levels are still relatively low, and the increase in area is not proportional to the increase in yield. The average commodity yield in the province is less than 500 kg per mu, and there are a lot of rooms for improvement. The main reasons for this situation are as follows: Firstly, there is the lack of local standard introduction, testing and popularizing system, and blind introduction is common, which results in confusing varieties, mixed good with bad, and low economic benefits; Secondly, there are several shortcomings including backward breeding technology, insufficient mining of germplasm resources with excellent genetic traits, shortage of resources available for breakthrough breeding, lack of dominant varieties with local characteristics, and weak market competitiveness; Thirdly, the loquat commodity market chaos exist, the brand creation and marketing strategy awareness are not strong, the competition in the industry sales is not formed; the post-production cold chain and deep processing technology of fresh fruits lags behind, and the added value by promoting sustainable development of the industry is limited. Finally, extreme weathers such as drought, flood, cold and hot summer, occur frequently, and the supporting conditions of mountain orchard facilities are lagging behind, and the ability to resist the natural risks is not strong. In brief, this paper mainly analyzes the distribution characteristics of loquat germplasm resources, introduction and breeding, cultivation technology evolution, industrial development and constraint conditions in Guizhou, and puts forward the main tasks of the current and future development of loquat in Guizhou, so as to promote the high-quality development of Guizhou loquat, and help the revitalization of rural industry in Guizhou.

Key words: Loquat; Guizhou; Germplasm resources; Distribution; Industry

贵州地处云贵高原东部,是唯一没有平原地形的省份,素有“八山一水一分田”之说,高海拔低纬度,属亚热带温暖湿润季风气候,全省平均海拔1200 m,年平均温度15.3℃,年平均降雨量1200 mm,地势西高东低,南北地形切割强烈,独特的自然环境和生物多样性优势为枇杷分布和生存生长提供了十分有利的条件。东缘武陵山至西部乌蒙山,南部自苗岭到北部大娄山,从海拔低于200 m的丘陵河谷到海拔高于2000 m的崇山峻岭均有枇杷属植物分布,全省各地均有枇杷栽培。来自贵州省农业农村厅2022年统计数据,全省枇杷种植面积达2.3万hm²,年产量为16.3万t,产值达17.1亿元。各地引进品种60余个,货架期超过2个月。其中,贵阳市栽培面积居全省之首,占总面积的27%,开阳枇杷已成为全国11个枇杷原产地保护地之一,产品除了省内销售,部分品牌产品如“画廊Q果·开阳富硒枇杷”已通过电商平台外销北京、上海、南京、杭州、广州等城市,现已成为当地农民增收的支点和亮点,成为助力乡村振兴重要的支柱产业之一。

笔者在本文中以介绍贵州省主要的枇杷科研单位的工作成绩和回顾为主,并借鉴国内先进省份及其单位涉及的贵州枇杷的科研成就及其经验,就贵州枇杷资源、育种和生产三方面的工作情况进行概述。

1 贵州枇杷属植物种质资源分布概况

据林顺权等^[1]调查,贵州有普通枇杷、大花枇杷、小叶枇杷、窄叶枇杷、南亚枇杷窄叶变型和腾越枇杷6个种类。但目前除了普通枇杷野生种质外,贵州科研单位仅在黔东南州雷公山南岳的剑河县南哨镇海拔950 m高山处找到了小群落分布的大花枇杷,在台江县巴拉河中游海拔955 m熔岩地缝发现有零星小叶枇杷种,偶见有喜好者用之作盆景;另外,在黔西南州望谟县龙滩电站水库海拔400 m的控制水位河畔、兴义市海拔2200多米的捧乍镇喀斯特熔岩石缝中发现小叶枇杷。近年来,课题组联合地方相关部门开展地方种质调查和保护工作,并对叶片茸毛有无与大小、花序形状与花期、果实质量与成熟期、对叶斑病抗性等农艺性状有明显差异,且树龄在50年以上野生普通枇杷资源进行收集保存。放入贵州枇杷种质资源圃野生枇杷种质有300余份,包含大花枇杷(2份,来源于剑河县南哨镇)、小

叶枇杷(3份,分别来源于台江、望谟和兴义3个县市)、普通枇杷野生种质(300份,来源于全省枇杷主产区域)3个种类,而窄叶枇杷、南亚枇杷窄叶变型和腾越枇杷种类还尚未被发现。

大花枇杷多生长于海拔500~1000 m的东部或东南部沙质壤土的坡地或河边的乔木林中,主干直立树体高大;叶片革质,常簇生于顶,呈长圆披针形或长圆倒披针形,长7.60~17.8 cm,宽4.5~6.5 cm,叶脉7~14对;圆锥花序顶生,花梗长3.0~10.0 mm,花瓣白色,直径1.5~2.5 mm,花柱2~3个,花期4—5月;果实近圆形或椭圆形无毛,大小1.10~4.58 g,果皮橘红色(熟透时果皮变紫黑色),9月下旬至10月上旬成熟^[2]。小叶枇杷多分布在海拔400~2200 m东南部或西南部夏季湿热冬季干热(或干燥)喀斯特河谷地貌的灌木林地带,植株比较矮小,多为常绿灌木,主干不明显,株高1.5~2.5 m,枝条灰白色或褐灰色无毛;叶片革质,呈椭圆形或倒卵形,长4.0~6.0 cm,宽1.5~2.5 cm,叶脉7~10对;花序顶生,圆锥花序或总状花序,花穗长1.5~5.5 cm,宽1.2~3.6 cm,密被茸毛,花直径4.6~5.4 mm,花柱2~4个,花期2—3月;果实卵圆形,单果质量1.00~2.91 g,果皮紫红色,6月下旬至7月上旬成熟。普通枇杷野生种质分布极为广泛,多为小乔木或乔木树形,大叶片,叶背密生茸毛,叶脉11~21对;多数花序呈复总状,长10.0~20.0 cm,宽7.0~16.0 cm,花柱5个,花期9月至翌年2月;成熟果实橙黄色或黄白色,单果质量多数在5 g以上,成熟期翌年3—7月。已运用RAPD、ISSR分子标记法开展了亲缘关系分析和遗传多样性评价,建立了DNA指纹图谱(相关结果存档或待发表)。

1.1 普通枇杷种质资源分布特征特性

1.1.1 主要分布范围 东部武陵山脉的主峰梵净山海拔2572 m,位于云贵高原向湘西丘陵和四川盆地过渡的斜坡地带,多为岩溶地貌,含印江、江口、松桃三县,年均气温≥16.3℃,生物资源极为丰富(1230多种,堪称“自然基因库”)。在松桃县长坪乡向湖南省凤凰县腊尔山乡延伸地带,野生枇杷呈居群分布,多为小乔木型、或小乔木-乔木型,枝条偏于硬脆,叶片狭窄质地硬,叶背密被褐灰色或棕褐色茸毛,成熟果实扁圆形,果皮橙黄色或橙红色,果实质量5~10 g,果肉风味浓甜。思南县域地理位置居于武陵山脉与大娄山山脉之间,受构造、岩性以及乌江水系控制,呈现出峰丛山地、缓丘谷地、河谷、石林等多种地貌

形态,年均气温 $\geq 17.3^{\circ}\text{C}$,冬冷夏热,春温秋爽,四季分明,水热同期,光热共季,生物资源颇为丰富,以塘头镇为中心的辐射地带,几十年以上树龄的普通野生枇杷树随处可见,多为乔木型,树体高达10多米,呈数株居群生长,间距出现,具有抗性强、易成花、坐果率高、品质优等特点。枇杷枝条质地柔韧,叶片较大,质地中等,成熟果实质量5~15 g,果肉风味偏甜。思南以北的德江、沿河等地,野生枇杷分布较疏散,植株为小乔木型或乔木型,主干直立而冠幅偏小,树体呈雪松树状;叶背密被茸毛,颜色灰白或灰黄色,叶片厚硬,叶缘外卷;小花支轴下垂,花序顶部歪悬;成熟果实果皮淡黄色,果实质量5~10 g,风味偏酸甜。

大娄山脉中段的娄山关,地处汇川区和桐梓县交界处,主峰笋子山1 788.4 m,重崖叠峰,峭壁绝立,周围野生普通枇杷资源呈零星分布,小乔木型树体居多。但地处大娄山南麓、乌江北岸的凤冈县、湄潭县,年均气温 $\geq 14.9^{\circ}\text{C}$,夏季温暖湿润,冬季干燥寒冷,为典型亚热带季风性湿润气候。境内地质断层交错,折皱细密,构造复杂,形成多种微地貌形态(岩溶地貌占2/3),多种生物在此共生。永兴至进化以东的丘陵地带野生枇杷资源遍布,植株为小乔木型或乔木型,树势旺盛,叶片厚实浓绿,花穗粗壮花蕾饱满,排列紧密呈圆锥状,单果质量5~15 g,风味浓甜或酸甜。

苗岭山脉主峰雷公山海拔2 178.8 m,地处云贵高原向湘、桂丘陵盆地过渡的斜坡地带,为清水江和都柳江发源地及分水岭,地跨雷山、台江、剑河、榕江四县,含黄红壤、黄壤、黄棕壤、山地灌丛土四个土带,跨越温暖带、北亚热带、中亚热带三个气候带,年均气温 $\geq 14.5^{\circ}\text{C}$,形成高山灌丛、山地常绿落叶混交林、常绿阔叶林等三个垂直植被形态,孕育有2000多种生物物种。经调查,已知植物种类1390种,也是目前发现的枇杷属植物种类较多的地带(普通枇杷、大花枇杷、小叶枇杷),但还未见某种类有规模的群落。该地带野生枇杷树体有灌木型、小乔木型、小乔木-乔木型等,长势多见中庸,枝梢质地中等或硬脆;叶片偏小,质地厚硬,密被茸毛;花序多为短圆锥形,花果排列紧密,花与幼果表现出较强的耐寒性,丰产性好;果实近圆形或倒卵形,单果质量5~10 g,果面茸毛密生,果粉厚,果肉质致密,风味酸甜或甜酸。雷公山往东南方向与广西三江、富禄两乡接

壤的贵州从江县贯洞镇,海拔约530 m,素有“金不换的土壤,银不换的气候”特征,属中亚热带温暖湿润气候,年均气温 $\geq 18.4^{\circ}\text{C}$,其地貌类型复杂多样,野生普通枇杷分布比较广泛,多为乔木型树体,枝条软韧,叶片薄软,叶背茸毛稀少、呈棕灰色或灰白色,花序形状多为圆锥形,花果排列紧密度中等,成熟果实呈近圆形或椭圆形,单果质量5~20 g,风味清甜,汁液丰富。

位于苗岭山脉南缘的荔波、平塘、罗甸等县,是贵州高原向广西丘陵过渡地带,为锥形喀斯特地貌典型代表,属亚热带季风湿润气候,光照充足,热量富足,野生普通枇杷资源分布密集,多为乔木型。主干明显,枝叶繁茂,枝梢长而柔软;叶片宽大,叶面平展光泽,锯齿较深,叶背茸毛稀少,淡黄色或灰白色;花序大呈长圆锥形,主轴直立,支轴平伸,花蕾小,排列疏松,果梗细长果实大,单果质量最高可达30 g,果肉风味多偏于酸甜。当地历来有采摘野生枇杷果实赶集交易的习惯。

乌蒙山系中被誉为滇黔钥匙、川黔要塞的盘州,地处云南高原向黔中腹地过渡的斜坡部位,为南、北盘江支流的分水岭,最高主峰牛棚梁子海拔2857 m,典型亚热带高原季风气候,立体气候极为突出,年均气温 $\geq 15.2^{\circ}\text{C}$ 。野生枇杷资源十分丰富,主要分布在境内的刘官、柏果、乌蒙等10多个乡镇,已知直径130 cm以上大树近4000株,为单株或数株分布,伴之有松、杉、油桐、漆树、山楂、杨梅、野生板栗等植物。野生普通枇杷表现为多样性特征,果实颜色有橙红色、橙黄色、黄白色等,果实质量5~20 g,成熟期多集中在4月份左右。当地农民有将驯化野生枇杷用于种植的习惯,也有零星栽培的外来品种,面积均不足以统计。

北盘江从云南曲靖马雄山发源后,北上进入贵州,然后在海拔相差近2000 m的深山中一路向南,切开贵州西部高原,流经黔西南州的晴隆、普安、兴仁、贞丰、册亨、望谟等县全程327 km,最后在贵州望谟汇入红水河。河流强烈下切,形成了高山、峡谷、断陷盆地交错的地貌特征,境内气温差异 5.6°C ,最低年均气温普安县 13.7°C ,最高年均气温望谟县 19.3°C 。气候多样给生物生长和繁衍提供了优良条件,生物资源种类繁多,野生枇杷资源最为广泛分布,农艺性状差异显著,果实大小及果肉风味十分丰富,沿江各县均有大面积枇杷种植生产,3—5月均有成熟果实上市,货架期最长。位于南盘江畔

兴义市的西南面为白龙山脉,最高主峰白龙海拔2 207.5 m,全年冬冷夏凉、多雨多雾,杜鹃花与原始森林绵延数十千米,在悬崖缝隙或山地石缝中发现有野生普通枇杷和零星小叶枇杷种质,山下的七舍镇、捧乍镇种植栽培枇杷超过20 hm²。

中部主要包括贵阳和安顺两个地区,贵阳地区的野生枇杷主要分布在息烽县乌江峡流域和修文县六广河流域。安顺地区野生枇杷主要分布在关岭县花江大峡谷,镇宁县牂牁江、三岔河、白水河流域。有人说曾在黄果树发现窄叶枇杷种,但一直未得到见证。笔者课题组在贵阳乌江上游段鸭池河河谷曾发现几株地径达80 cm的野生枇杷,冠幅宽大,新梢与叶片均呈紫红色,且富含茸毛,成熟叶片未见任何叶斑病类,果实橘红色,小果,果肉风味浓甜。

从黔中往西部走,枇杷属植物越来越稀少,难遇到有居群生长。位于西部边缘的威宁县,为乌蒙山脉腹地,面积居全省之最(6298 km²),西、南、北三面为云南省鲁甸、会泽、宣威、昭通、彝良诸县(市)环抱,东连赫章县、水城县。处于亚热带季风气候湿润区,冬冷夏凉,平均气温10.8℃,森林植被主要是常绿针叶和落叶杂灌林,野生枇杷稀少,树体多为小乔木,叶片或狭窄、或短圆,颜色深绿,茸毛密被,花蕾紧密花序小,果实小,萼片密闭且长,酸味浓烈。

总之,贵州普通枇杷种质分布广泛,大致呈从武陵山脉的东北部起,斜向穿越中部的苗岭腹地,延伸至乌蒙山脉西南端,然后往东部和南部方向直线辐射的分布状况,整个分布带的面积约占全省总面积2/3以上。其中,分布较为密集的地区主要有松桃、思南、凤冈、湄潭、黎平、从江、金沙、黔西、息烽、修文、荔波、平塘、罗甸、望谟、贞丰、册亨、安龙、兴义、关岭、镇宁、盘州等县(市),并与重庆的秀山、湖南的凤凰、广西的三江、云南的罗平等接壤地带带有交集分布。

1.1.2 特征特性 目前,发现具有群落性分布特点的野生普通枇杷,主要集中分布的区域为西南部南北盘江畔的册亨县、贞丰县、望谟县等,苗岭南部的罗甸县、平塘县、荔波县等,武陵山东部的松桃土家族自治县、思南县、玉屏县等,大楼山的湄潭县、凤冈县等,黔中腹地的修文县、息烽县等。地理共同特征为中亚热带温暖湿润季风气候,年均温15℃以上,具有地形起伏、海拔落差大,江河密布、立体型气候特征明显、生物多样性突出等特点。范付华等^[3]对来自关岭、罗甸和铜仁等地39份野生枇杷种质的遗

传相似性进行分析,结果表明,相似性系数在0.40~0.98之间。贵州野生普通枇杷种质植物性状表现为多样性特点,从东北部到西南部依次大致表现为:(1)树型由“小乔木”或“小乔木-乔木”向“乔木”化过渡,叶片由小叶片向大叶片过渡,背面茸毛由密变稀,叶缘锯齿逐渐变宽;果实成熟期由晚熟变早熟,可溶性固形物含量、总糖含量及固酸比呈高向低变化趋势,温差越大越有利于枇杷品质的提高,这点与卢冰冰等^[4]在福建对栽培枇杷的研究结果类似。(2)在同一区域则随海拔升高树型由“乔木”向“乔木-小乔木”或“小乔木”变化,树冠枝梢由“向上斜生”或“平伸”向“平伸”或“下垂”状生长,枝条生长量呈现由大变小之趋势,且枝条质地越发坚硬;叶片由大叶片向小叶片转变,叶片背面茸毛变得多起来,叶片锯齿由稀至密,锯齿越发尖锐,但叶脉对数依然无序,一般为13~23对居多^[5],与栽培种无异。(3)从东北方向西南部延伸,从高海拔到低海拔,花序大小由小逐渐变大,支轴与花朵的排列紧密度由紧密变疏散,支轴生长态由下垂向平生或斜向上变化,花序形状由短圆锥形向长圆锥形转变,但花序支轴数量没有明显变化,一般为11~17个^[6],雄蕊数量18~22个、花柱数量均为5个,与栽培种无区别。对野生普通枇杷分布较为密集的几个地方进行观察,枇杷生长的聚集性并非连片,而是为数株或数十株聚集在一起,且树龄结构较为合理,群体之间间隔有一定的距离,形成相似农艺性状聚类的特点,与王云生等^[7]的调研结果相同。调查中发现野生普通枇杷50年树龄以上者,多数是在村落的房前屋后或野生半驯化栽培果园里找到,而上百年大树很少看到。另外还发现,西南部和南部温热地区的野生枇杷异地移植到温凉的中部或冷凉北部地区栽培,叶斑病类的病情指数变高(胡麻斑枯病尤为突出),而东部或东北部的种质异地移植,叶斑病类无异常表现。从各地收集保存的野生枇杷资源中,选择区域性气候具有代表性的南部罗甸县(天然温室)、中部乌当区(冬暖夏凉)、东北部松桃县(四季分明)的2年生幼苗种质进行叶斑病病情分析,结果表明,罗甸县苗木表现为感(S)到高感(HS),病情指数(DI)为23.33~53.33;乌当区苗木表现为中抗(MR)到高抗(HR),病情指数(DI)为1.67~17.33;松桃县苗木为抗(R)到高抗(HR),病情指数(DI)为1.67~7.33。育苗商多数是从东部或北部地区乃至四川简阳市引进野生毛枇杷作砧木嫁

接育苗,这是很有道理的。

1.2 枇杷属植物种质资源保护与利用

1.2.1 野生枇杷种质资源收集 贵州山高谷深,河流纵横,形成多种气候类型和农业生态类型,其典型的喀斯特山区环境孕育了丰富的农作物尤其是枇杷野生资源,但优良抗性资源未得到充分挖掘及利用,甚至一些野生、半野生枇杷种质及稀有资源随着新选育品种的大量应用遭到忽视而消失。为有效保护贵州日益稀少的地方枇杷种质资源,避免特异性基因资源的丢失,近年来,笔者课题组开展了大量的枇杷野生资源调查收集工作,根据农艺性状差异及特色收集野生枇杷种质资源300余份,保存在贵阳市农业试验中心贵州省枇杷种质资源圃,同时联合贵州省农业科学院、贵州大学对种质资源开展规范编码存档及基于分子标记的种质资源鉴定评价工作,为枇杷抗病、抗逆、优质、丰产品种选育应用奠定基础。

目前,枇杷种质资源保存,采取接穗嫁接繁育保存为主,实生株系移植保存为辅。接穗嫁接保存具有活体成形快、遗传性状稳定、资源圃可保存量大等优点。但对嫁接时间要求较严格,一般于翌年晚霜或倒春寒结束后初春气温回升15℃左右的晴天嫁接,新芽抽生快长势强,最为有利,其他时节嫁接难以成活。如果入秋嫁接,需要保持土壤湿润不干燥,而且做好防冻防寒措施。嫁接保存方法的缺点是嫁接易受到季节时间的限制,种质资源部分植物学性状(如根系生长)受砧木影响无法得以遗传。与之比较,种子繁育保存方法播种繁殖发芽率高,可选择健壮植株数量大,节约时间和人力物力,但是存在 F_1 代植株出现一定变异的弊端,且需要保存植株的数量较多,增加资源圃的成本。

1.2.2 枇杷属植物种质资源的利用 关于枇杷属植物种质资源的育种应用研究。通过地方特色野生枇杷种质资源发掘,逐步解决贵州省枇杷育种创新材料亲本的问题。近年来,在开展的枇杷定向杂交育种中,部分组合是首次利用地方特异种质资源作亲本材料,包含黄肉枇杷类和白肉枇杷类。必须指出的是,在贵州普通野生枇杷资源中,白肉类型稀有(铜仁市收集到2份、黔南州收集到1份),优良白肉种质更是不可多得。目前能利用地方品种和特色半野生种质直接作为推广的品种有限,红肉类如六广1号、六广2号、组汝、新佳等是可利用的几个,这些

种质在自然状况下,单果质量 ≥ 30 g,可溶性固形物含量(w ,后同) $\geq 12\%$,品质、抗性、丰产性已达到商品化生产要求;白肉类目前未找到直接利用的品种。但作亲本材料已正反交配置了一系列组合,如利用万山白(晚熟)、荔波白(早熟)分别与福建新白系列、江苏冠玉、硬条白沙等杂交,利用高糖丰产的驯化品种组汝(早熟)、新佳(中熟)与黔星、艳红、解放钟等杂交,获得了一批可参与优良株系筛选试验的单株。另外,“通过农艺性状及分子”标记鉴定后得到一些抗性优良的野生种质资源进行回交试验等。这些野生资源绝大部分果实较小(15 g以下)、可食率较低,如何将这些抗性基因与大果型基因设计重组获得有价值的新种质,还有很长的路要走。

关于矮化砧的筛选应用研究。通过树体生长型、亲和力及风折率的综合分析,在已知47份种质资源中找到相对较为理想的几个矮化砧或矮化中间砧种质(老姬和边阳矮冠)^[8],并推荐到育苗生产中去。当前各地生产栽培的枇杷品种多数仍然以普通枇杷本砧为主(大五星、洛阳青、软条白沙等),其优点是嫁接亲和力强,成活率高,但缺点主要是冠幅大,根系浅,易倒伏^[9]。野生枇杷在长期自然进化中,必然要适应抵御各种逆境如病虫害^[10]。在枇杷资源调查中发现,存活几十年以上野生枇杷树普遍具有株高冠小特征。因此,以野生枇杷为砧木,在获得更强大根系的同时,还能够使枝梢生长弱化、缓慢,从而提高根冠比,提高抗倒伏能力。贵州可利用抗性优良的野生枇杷种质作砧木,多数表现为抗性空间大、矮化空间小的特点,黔中、黔东地区分布有根系强大且抗叶斑病类的优良种质,但偏向于树体高大,如海马孔、董汝、塘头等系列种质。其他可找到的枇杷属野生种类,如大花枇杷和小叶枇杷,两者均表现为强抗叶斑病类的能力。嫁接亲和力试验表明,大花枇杷与普通枇杷相互嫁接成活率达100%,至今未发现有小脚现象;小叶枇杷则表现相反,相互嫁接成活率极低,生长极其缓慢,且易出现枯死现象,其矮化性状现阶段还难以利用。在耕地有限的情况下,将来的果树生产种植是向荒山荒坡发展,这不仅需要矮化种植,更需要树体根深叶茂,以适应各类贫瘠土地。

关于枇杷属植物药用价值应用研究。近年来,多数高校、科研院所采用GC-MS及HPLC法测定枇杷属植物叶片中低极性成分及三萜类成分、黄酮、总

酚、皂苷、多糖等物质含量乃至纯化鉴定,成为挖掘利用野生枇杷种质资源的重要手段。《中国药典2020年版》要求,枇杷属植物叶片齐墩果酸和熊果酸含量 $\geq 0.7\%$ 、总灰分含量 $\leq 9\%$,均可用于开发枇杷叶片的药物原料。近期,笔者课题组对贵阳市枇杷主产区的开阳县、修文县枇杷种植基地主栽品种大五星叶片进行检测,结果表明,开阳县大五星叶片齐墩果酸和熊果酸含量为1.71%、总灰分含量为7.5%,修文县大五星叶片齐墩果酸和熊果酸含量为1.54%、总灰分含量为5.82%,均达到要求。当前,季节性修剪的枇杷叶片由贵州恒勤农业科技有限公司、贵州恒丰豪中药材有限公司联合收购,进行药物开发。关于野生枇杷资源药用研发任务已列入贵阳市2023年度科技计划项目实施,后续将有研究报道。

2 贵州枇杷产业发展的基本状况

2.1 建国后的面积产量产值变化情况

2022年贵州省农业相关部门统计,贵州枇杷种植面积已达2.30万 hm^2 ,年产量为16.3万t,产值达17.1亿元,货架期超过2个月,各地产业发展现状如图1所示。从发展时期看,全省枇杷产业发展大致可分为以下3个阶段,各地变化情况见表1。

第一阶段解放后至1979年,开展小范围引种试验与栽培示范,黔东南州开启先河。1958年州政府在凯里市、黄平县、麻江县建立果园场,从山东、辽宁、四川、浙江等省引进各类果树进行试验,枇杷品种是其中之一,为全省最早引进枇杷栽培的地区,面积达26.7 hm^2 ,主要品种有夹脚、大红袍、解放钟、硬枝白沙、湖南枇杷、不列大钟、山里本、白梨、和车本、

大钟等^[1]。

第二阶段1980—2010年,为全省大范围开展引种试验及枇杷规模化种植的时期。各地州农科所、农业局、民间个体纷纷开展良种引进试验示范,尤其在1999年之后,随着退耕还林政策深入实施,枇杷在适栽区获得规模化发展,全省种植面积达4 251.1 hm^2 ,产量达2.62万t,总产值2.14亿元,主要品种有大五星、解放钟、大红袍、软条白沙等。其中,黔东南州种植面积1 153.3 hm^2 ,产量0.61万t,总产值0.49亿元,成熟期5月中旬至6月上旬;贵阳市种植面积1600 hm^2 ,产量0.96万t,总产值0.77亿元,成熟期5月上旬至6月上旬;黔西南州种植面积533.3 hm^2 ,产量0.35万t,总产值0.21亿元,成熟期3月中旬至5月上旬;毕节市种植800.0 hm^2 ,产量达0.6万t,产值0.58亿元,成熟期5月上旬至5月中旬;安顺市种植面积134.5 hm^2 ,产值800t,产值700万元,成熟期4月中旬至5月中旬;黔南州种植面积30 hm^2 ,产量200t,总产值200万元,成熟期4月上旬至5月上旬。

第三阶段2011—2022年,为全省枇杷规模化产业化发展的快速增长期。其特点是发展面积大、生产水平高、经济效益好。尤其是进入脱贫攻坚战关键期,充分利用生态优势,种植面积发展迅猛,10年间全省枇杷种植面积、产量、产值的增长量分别是第二阶段的5.4倍、6.2倍、8.0倍,主要品种有大五星、黔星、早钟6号、软条白沙、贵妃等。其中,毕节市种植面积、产量、产值的增长量分别是第二阶段的1.3倍、1.7倍、1.8倍,黔东南州种植面积、产量、产值的增长量分别是第二阶段的1.8倍、1.7倍、2.8倍,贵阳市种植面积、产量、产值的增长量分别是第二阶段的

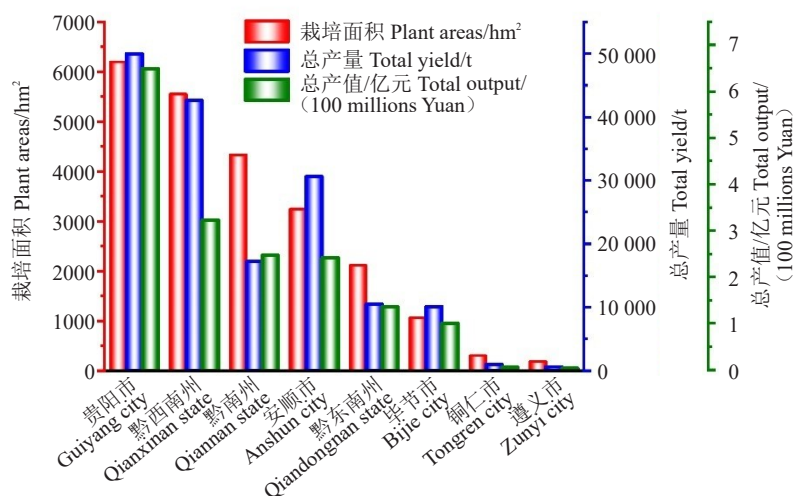


图1 贵州省枇杷产业现状

Fig. 1 The current situation of Loquat industry in Guizhou province

表 1 贵州省第一阶段(1949—1979 年)、第二阶段(1980—2010 年)、第三阶段(2011—2022 年)枇杷产业发展概况
Table 1 The development of Loquat industry summary during the first stage (1949—1979), the second stage (1980—2010) and the third stage (2011—2022) in Guizhou province

地区 Region	第一阶段 First stage			第二阶段 Second stage			第三阶段 Third stage		
	面积 Area/ hm ²	产量 Yield/ (×10 ⁴ t)	产值 Output/ (×10 ⁸ Yuan)	面积 Area/ hm ²	产量 Yield/ (×10 ⁴ t)	产值 Output/ (×10 ⁸ Yuan)	面积 Area/ hm ²	产量 Yield/ (×10 ⁴ t)	产值 Output/ (×10 ⁸ Yuan)
黔西南州 Qianxinan state	—	—	—	533.3	0.35	0.21	5 553.3	4.26	3.24
毕节市 Bijie city	—	—	—	800.0	0.60	0.58	1 066.7	1.01	1.02
安顺市 Anshun city	—	—	—	134.5	0.08	0.07	3 246.7	3.06	2.43
贵阳市 Guiyang city	—	—	—	1 600.0	0.96	0.77	6 200.0	5.00	6.50
黔南州 Qiannan state	—	—	—	30.0	0.02	0.02	4 333.3	1.72	2.48
黔东南州 Qiandongnan state	26.7	—	—	1 153.3	0.61	0.49	2 112.3	1.05	1.37
铜仁市 Tongren city	—	—	—	—	—	—	300.0	0.10	0.07
遵义市 Zunyi city	—	—	—	—	—	—	186.7	0.06	0.05
六盘水市 Liupanshui city	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合计 Total	26.7	—	—	4 251.1	2.62	2.14	22 999.0	16.26	17.14

3.9 倍、5.2 倍、8.4 倍,黔西南州种植面积、产量产值的增长量分别是第二阶段的 10.4 倍、12.2 倍、15.4 倍,安顺市种植面积、产量、产值的增长量分别是第二阶段的 24.1 倍、38.3 倍、34.7 倍,黔南州种植面积、产量、产值的增长量分别是第二阶段的 144.4 倍、86.0 倍、124.0 倍。铜仁、遵义、六盘水等其他地区均有不同程度发展,但种植面积有限,共计 486.7 hm²,产量 0.16 万 t,产值 0.12 亿元,尚未形成有效产业。黔南州、安顺市等地区起步晚、发展快、效益显著。黔南州除了发展红肉枇杷外,还大力发展白肉枇杷品种,每 666.7 m²产量效益得到了很大的提高。

全省大部分地区枇杷栽培始于第二个阶段,其间产业发展缓慢主要原因是引种不适宜及配套技术跟不上,如大红袍、白砂等因果型偏小、抗果锈病弱等而未得到普及种植,同样大果型品种解放钟因果肉风味偏酸、早钟 6 号因抗冻害和抗日灼病弱等也推广不顺利。目前贵州枇杷种植生产以大五星枇杷为主,但生产水平较低,全省平均每 666.7 m²产量还不到 500 kg,毕节市、安顺市高于全省其他地区,每 666.7 m²产量 600 kg 左右,问题是品种单一、上市集中,优势也成为劣势。以黔星为例,试验示范表明,正常生产水平每 666.7 m²商品果产量可达 1000 kg,

枇杷生产仍有很大的提升空间。当今,枇杷新品种新技术更新换代速度在加快,加大多元化优良新品种引进试验力度,加强地方特色种质保护及其新品种选育,分配市场份额,提高经济效益,已势在必行,作为贵州水果产业后起之秀枇杷产业发展空间前景应持乐观态度。

2.2 引种与选育

2.2.1 引种

引种起始于 20 世纪 50 年代末的黔东南州,之后各地州相继从江苏、安徽、浙江、福建、广东、湖南、湖北、云南、四川、重庆等引进大量优良品种,为了保证引种成功,多数选择与引种地的自然条件相似或小气候环境区域栽种。到 21 世纪初的 2010 年,又陆续从福建国家枇杷资源圃引进日本、美国、西班牙等国外优良品种,丰富了品种数量,熟期得到了合理搭配。至今,引入贵州省的国内外枇杷品种 60 余个,成为引种力度大、种质来源较广泛的省份之一。

在早期,引进红肉类品种如福建的解放钟和浙江的洛阳青是比较成功的,在黔东南州凯里市、黔东南州兴义市曾拥有较高知名度。它们的优点耐寒耐热、丰产稳产,缺点果实风味偏酸,洛阳青还存在果偏小、抗果锈能力弱等问题。同时引进白肉类如浙

江的软条白沙和江苏的白玉肉质细嫩、风味浓甜深受消费者喜爱,但其果实皮薄易裂果和耐储运能力差,在贵州没有推广开。进入90年代中后期,随着福建早钟6号和四川大五星的引入,全省枇杷种植规模获得空前扩大,大五星品种栽培面积雄居首位,栽培面积约占全省总量的85%。这两者均具有果个大、风味清甜等优点,缺点是前者对寒害、热害、有机农药等敏感度较高,主要在南部荔波、罗甸等地适度推广应用;后者随着时间推移,出现耐寒性差、性状退化、产量不稳定的问题。2010年起,各地加大了白肉类枇杷品种的引种力度,如冠玉、贵妃、新白系列等,这些品种优点是果个大、糖分高、耐储运,缺点是叶片大、结果枝少、坐果率低、产量不高,同样也没有推广开。近几年来,笔者课题组加大了白肉枇杷新品种引种试验力度,如引种了华白1号、三月白、金玉、早西白、上迳白及榕白系列等10多个品种,这些品种的综合性状表现仍需进一步观察。但有一点可以肯定,热带地区白肉枇杷品种引种到亚热带地区栽培,多数高感叶斑病类,落叶严重,成花坐果有难度。

总的来说,大五星枇杷具有容易成花、早实性好、果实均匀、皮厚耐储运、抗叶斑病等优点,在今后一段较长的时间内仍作为主栽品种的地位难撼动。当下低产果园改造、新果园建设期待有适宜性强的多样化优良新品种出现,以完成栽培品种的更新换代,促进产业振兴。

2.2.2 育种 20世纪90年代初,贵州省各地农业相关部门在枇杷引种栽培基础上,围绕优质、抗逆、丰产等目标开展实生选育工作,如选出的凯里细叶枇杷(本地枇杷提纯复壮)、兴义大叶枇杷(云南大叶枇杷变异种质)、贵阳香早枇杷(泸州枇杷变异种质)、毕节金海1号(大五星枇杷变异种质)等。贵阳市农业试验中心自20世纪90年代中期以来,持续开展优良亲本组配定向杂交育种研究,并取得了初步进展。2015年后相继育成了黔星^[12]、贵蜜^[13]、黔早1号^[14]、黔光2号^[15]、黔白1号、黔辉3号、新钟5号、新钟21等系列熟期配套、适应性强的新品种。如黔星、黔光2号、黔白1号等品种已陆续在全省枇杷主产区进行示范推广,面积达2 133.3 hm²,年产量约1.6万t,综合产值达1.97亿元,实现地方新品种经济贡献率达11.5%,产生了很好的经济效益和社会效益,为贵州枇杷产业可持续发展提供了种源支撑。

在这里,有几个品种值得推荐。早熟品种黔早1号,成熟果实近圆形或扁圆形,平均单果质量45 g,可溶性固形物含量为14.8%,还原性糖含量为6.5%,可滴定酸含量为0.29%,维生素C含量为6.8 mg·kg⁻¹,可食率74.8%。与同期成熟的早钟6号相比较,虽单果质量稍小,但抗日灼病能力强,果实整齐度好,商品产量高;与大五星相比较,耐寒性强,产量稳定,成熟期早,果色艳丽,风味浓甜。

晚熟品种黔星,平均单果质量60.6 g,可溶性固形物含量为13.50%,总糖含量为7.85%,可滴定酸含量(*b*,后同)为8.52 mmol·100 g⁻¹,维生素C含量为8.17 mg·kg⁻¹;大五星平均单果质量56.5 g,可溶性固形物含量为11.8%,总糖含量为6.1%,可滴定酸含量为6.61 mmol·100 g⁻¹,维生素C含量为8.67 mg·100 g⁻¹(2010年贵州师范大学分析测试中心检测报告书)。前者果实橙黄色,肉质细软,风味浓郁,酸甜可口,成熟期与主栽品种大五星相近略偏早;其最大优点成枝力强,成花量大,抗逆性强,坐果率高,丰产稳产,可作为当前主栽品种的替代品种推广。

白肉枇杷品种黔白1号,成熟果实近圆形,平均单果质量50.3 g,皮厚0.48 mm,果肉硬度2.64 Pa,可溶性固形物含量为19.6%,总酸含量为4.1 g·kg⁻¹,总糖含量15.4 g·100 g⁻¹(2023年贵州省检测技术研究应用中心枇杷品质检验报告书-黔白1号、软条白沙、贵妃),可食率74.91%,果肉黄白色,肉质紧密,细嫩多汁,品质上乘。而软条白沙平均单果质量37.3 g,皮厚0.31 mm,果肉硬度2.51 Pa,可溶性固形物含量为16.3%,总酸含量为2.97 g·kg⁻¹,总糖含量12.8 g·100 g⁻¹,可食率71.4%。贵妃平均单果质量54.3 g,皮厚0.40 mm,果肉硬度2.74 Pa,可溶性固形物含量为11.6%,总酸含量为4.37 g·kg⁻¹,总糖含量为9.5 g·100 g⁻¹,可食率为70.7%。相比较,黔白1号果实大小介于软条白沙与贵妃之间,成熟期延后软条白沙10 d以上,与贵妃熟期相近,且树势中庸,丰产性好,兼顾了浙江软条白沙风味浓甜和福建贵妃皮厚耐储运的优点,经济指标突出,对正确引导培植白肉枇杷消费市场、提高人们的生活质量具有广阔前景。白肉枇杷黔白1号与软条白沙、贵妃等品种主要性状对比见表2。

2.3 栽培技术

2.3.1 露地栽培 全省在冬季平均温度不低于-3℃,夏季平均温度不高于35℃的地区普遍有枇杷种

表 2 2021—2022 年贵阳地区白肉枇杷品种主要性状差异性对比

Table 2 Comparison of differences in main traits of white meat loquat varieties in Guiyang area from 2021 to 2022

品种 Variety	来源 Origin	果皮厚度 Pericarp thickn- ess/mm	果肉厚度 Fruit flesh thickness/ mm	种子数 Seed count	单果质量 Single fruit mass/g	果形指数 Index of fruit shape	可食率 Edible rate/%	w(可溶性固形物) Soluble solid content/%	w(可滴定酸) Titratable acidity content/%	w(总糖) Total sugar content/%	叶斑病 病情指数 Leaf spot disease index	抗性类型 Resistance type	成熟期 Maturation period
白梨 Baili	福建 Fujian	0.18	6.35	3.97	31.04	0.96	66.80	13.90	0.60	10.88	7.3	抗 R	5月中旬至5月下旬 Mid May to late May
贵妃 Guifei	福建 Fujian	0.40	8.29	3.20	55.60	1.04	72.52	14.08	0.31	9.89	10.7	中抗 MR	5月下旬至6月上旬 Late May to early June
乌躬白 Wugongbai	福建 Fujian	0.13	7.43	3.85	43.33	0.96	64.88	11.41	0.58	7.85	14.0	中抗 MR	5月中旬至5月下旬 Mid May to late May
新白 8 号 Xinbai No. 8	福建 Fujian	0.32	8.50	4.53	56.52	0.96	71.05	12.91	0.30	9.53	18.0	中抗 MR	5月下旬至6月上旬 Late May to early June
新白 10 号 Xinbai No. 10	福建 Fujian	0.25	6.60	4.51	40.77	0.86	61.38	13.23	0.29	10.06	22.0	感 S	5月中旬至5月下旬 Mid May to late May
白玉 Baiyu	江苏 Jiangsu	0.28	7.84	4.33	39.48	1.12	68.05	11.96	0.23	11.36	26.0	感 S	5月上旬至5月中旬 Early May to mid May
冠玉 Guanyu	江苏 Jiangsu	0.39	9.06	3.07	48.20	0.96	66.07	12.25	0.33	10.15	50.7	高感 HS	5月中旬至5月下旬 Mid May to late May
宁海白 Ninghaibai	浙江 Zhejiang	0.31	7.14	3.04	36.63	1.02	70.77	14.47	0.34	8.09	13.3	中抗 MR	5月上旬至5月中旬 Early May to mid May
软条白沙 Ruantiaobaisha	浙江 Zhejiang	0.13	7.76	3.20	41.98	1.10	71.25	15.32	0.40	10.36	8.0	抗 R	5月中旬至5月下旬 Mid May to late May
黔白 1 号 Qianbai No. 1	贵州 Guizhou	0.45	8.10	4.20	50.03	0.96	74.91	15.40	0.41	15.40	7.9	抗 R	5月下旬至6月上旬 Late May to early June

注:表中数据为 2021、2022 两年测试数据平均值。
Note: The data in the Table are the average values of the test data for 2021 and 2022.

植,主要为露地栽培。海拔最低点是黎平县地坪乡(148 m),年均气温18.8℃;最高点为兴义市捧乍镇(1630 m),年均气温16℃。1960—2000年期间的定植密度多为6 m×5 m、6 m×4 m,商品果每666.7 m²产量300 kg左右,少见有果品上市。主要原因是枇杷科研开展少,栽培技术落后,树形多为主干分层形或自然生长形,树体高大,管理难度大,生产成本高,品质良莠不齐。2005年之后普遍改为5 m×4 m或4 m×4 m密度,树形由过去的疏散分层形向变则主干形或矮冠自然开心形转变,以增加光照,提高品质,且株高控制在3 m以下,便于生产操作和降低成本。在花果管理方面,由自由式粗放式管理转入精细化的疏花、疏果、套袋和简易防寒防冻栽培模式。随着栽培技术水平的提高,枇杷产量及品质获得了提高,经济效益日益突出。

在实践中,针对黔中腹地如贵阳贵安地区秋冬阴雨天气多、湿度大、光照差的特点,开发“单层宽冠自然开心形树形”整形技术,在距离地面100~150 cm主干上培养3~4个方向均匀分布的主枝群,去掉主干延伸枝,各主枝间相距30~50 cm,与主干成50°~60°,所有结果枝组分布在每个主枝上。在冬季寒冷夏季酷热的东部或东北部地区(黔东南州、铜仁市等),主要开发“变主干双层杯状形树形”整形技术,上小下大双层主枝,各层主枝分布与开心形树形相同,不同之处是第一层主枝与主干夹角变大(主要结果部位);第二次主枝变少变小,其投影面积只有第一层投影面积的1/4~1/3,两层间距100~150 cm。该树形便于霜冻期和雪凝期搭盖防寒材料,避免大面积接触发生花果叶灼伤。全省大部分地区均有霜降天气出现,且霜期出现较早(11月20日前后)。以大五星枇杷为例(下同),10月的早果实容易遭遇冻害,1月的晚花结果发育不良,故而在花果管理上主要采用第二批花序结果。在轻微霜降的南部和西南部地区可以采取疏花措施外,大部分地区不主张疏花。疏果时间一般在翌年晚霜结束后进行(2—3月),多数实行一次疏果套袋(“专用袋+泡网膜”,减轻高温天气袋子触伤),每穗留果3~4个。

2.3.2 保护地栽培 贵州除了望谟、册亨、贞丰、镇宁、罗甸、荔波等县温热地区霜冻不明显外,绝大部分地区都会发生不同程度的冻害,严重年度颗粒无收。所以,保护地栽培是降低枇杷生产风险、保障果农收入的重要技术措施,是未来枇杷农业的发展方

向。笔者课题组曾设计用防寒布、无纺布、遮阳布、食品袋+网套、防冻药物、拱杆薄膜、钢架温室大棚对黔星等枇杷品种进行防冻防寒试验^[16]。在霜冻来临前,完成对防寒防冻设施的搭建。结果表明,在钢架大棚和拱杆薄膜处理下,防冻单株有效穗数量与坐果率显著高于其他设施,株产和单位面积产量最高;果实可溶性固形物、总糖、维生素C含量有明显提高,而可滴定酸含量相对降低,这个结果与国内早前的报道^[17]有所不同。果实由近圆形变为椭圆形,果形指数变大。在试验结果基础上,笔者课题组开发了一种可调节的枇杷树防寒防冻罩栽培技术(专利号:ZL201821545869.4),优点是可单株使用,不受地势影响,具有环保安全、结构简易、成本低廉、收纳和使用方便等优势。缺点是空间狭小,稳固性差,控温控湿能力及影响效果不及温室大棚。采用塑料大棚栽培模式,可实现对温度与水分进行胁迫性调控,促进花芽分化充分、产量稳定、成熟期提前,提高种植效益。如浙江省兰溪市兰溪果香农场建立的坡地可控式温室大棚,虽建设成本高,但回报率同样也很高,这种栽培模式应该成为智慧农业枇杷栽培典型代表及未来走向,值得学习与借鉴。限于自身经济基础薄弱和对设施栽培认识不足,目前在各地保护地栽培技术的推广应用仍十分困难,实施面积有限,不足以统计。近年来受极端气候影响,枇杷防冻减灾保护地栽培已逐渐被贵州省生产者所接纳,前景看好。

2.3.3 产期调节 我国的产期调节技术较为先进,通过地域选择、品种布局、垂直气候差异和栽培来调节产期^[18]。在贵州,利用纬度差异来调节产期,成熟期相差2~3个月,如在黔西南册亨枇杷3月中旬可以成熟,在黔中的开阳枇杷5月下旬以后才开始成熟上市;利用栽培品种调节产期,同一地区早、中、晚熟品种的成熟期可相差2个月以上^[19],如在贵阳市乌当区香早枇杷或早钟6号于4月中下旬成熟,贵蜜或硬条白沙熟期在5月中旬,大五星或黔光2号于5月下旬至6月上旬成熟。总之,通过纬度差异与品种配置的调控,可形成全省枇杷鲜果货架期长达3个月期限。目前正在开展利用海拔差、物理方法、植物生长调节剂等方面调控产期的研究工作。随着贵州省交通网络及先进运载工具的高速发展,围绕中心城市2 h内的经济圈业已形成,利用纬度差异进行产期调节,全域布局,统筹枇杷产业健康发展成为大家

的共识和目标。

3 贵州枇杷产业发展瓶颈及对策

3.1 制约因素

贵州枇杷产业发展受到多种因素的制约:一是长期盲目性引种,造成品种混杂,良莠不齐,果实品质差异大,经济效益低;二是对省外引种及省内地方资源调研不够,对具有遗传优良性状的种质资源挖掘不足,可利用资源短缺,成为地方育种突破的制约因素;三是长期以来,枇杷品种多从天然实生后代中选育,系谱来源不详,主要根据生态型、果肉颜色、果实形状、用途和成熟期等表型性状进行分类,不利于遗传鉴定和变异分析,不利于开展种质资源保存、育种及材料交流等活动;四是在全球气候变暖的大背景下,旱涝、寒暑等极端天气事件频繁发生,导致枇杷产量不稳定,枇杷产业发展起伏较大;五是科研项目投入及产业扶持有限,至今仍未纳入全省主要的水果产业计划,枇杷育种栽培及从业力量薄弱,生产种植技术落后。

3.2 主要对策

3.2.1 加强贵州枇杷种质资源分布状况调查与收集保护 一是总体上摸清贵州枇杷(野生/栽培)种质资源分布概况及其特征特性,并对全省枇杷野生、半野生及地方珍稀种质资源进行有效收集和保存,避免优异种质资源丢失;二是建立完善的贵州枇杷种质资源圃,加强枇杷种质资源保护;三是开展枇杷种质资源性状分析、鉴定和评价,尤其是开展抗病、耐寒、耐瘠、优质、丰产等特异性状鉴定与利用的基础研究。

3.2.2 紧抓贵州枇杷资源核心种质库建设 应用 IRAP、ISSR 等分子标记技术,开展贵州枇杷种质遗传多样性与亲缘关系分析,建立 DNA 指纹图谱。基于分子标记结果,采用邻接法聚类、居群结构分组和最小距离逐步聚类三种取样策略,结合表型数据,构建贵州枇杷核心种质库,提高整个种质库的管理和利用水平^[20];与此同时,促进省际种质资源的交流互鉴,利用基因组设计育种技术,实现“增强产量稳定性、提高果实可食率、丰富珍品白肉类型”突破性的贵州育种目标。

3.2.3 加快贵州地方特色枇杷品种的选育应用进程 贵州野生枇杷分布密集的地带除了东缘玉屏县、南缘罗甸县等为典型丘陵地貌代表外,大部分地

带均为喀斯特地貌。立体气候突出,野生枇杷属植物性状多样性明显,具备丰产稳产与优良品质主要特征的种质资源丰富,为多类型枇杷新品种选育提供了选择空间。与当前主流品种比较,不足的是白肉型与大果型种质资源较为匮乏。在育种方面,加强种质资源的交流融汇,坚持良种“引育结合,适我者用”的育种战略,加快地方特色新品种及高效配套栽培技术的研发、试验、示范及推广步伐。在发展方面,规划先行,坚持适地适种适量的原则,发挥区域和品种优势,合理安排早、中、晚熟优质品种发展比例,调节产期,做到均衡供应;在生产方面,制定完善的标准化生产技术规程和培训体系,引入现代企业运营机制,制定统一的产品标准,创建品牌,发展标准化生产,提升产品竞争力;在技术方面,开展高效省力化栽培技术研发应用,引入适宜山地农业特色的机械,提高土地利用率,实现经济效益最大化。

3.2.4 大力提倡保护地栽培,提高枇杷生产抗风险能力 规避农业风险,发展设施化栽培是必然选择。通过设施化栽培,可避免自然灾害风险,确保枇杷连年稳产,增强果农信心。在建立保护地栽培模式的基础上,加强土壤管理,合理施肥,采用生育期调亏灌溉等技术;遵循枇杷生长规律,加强修剪调节,推进疏花疏果及套袋方式等配套技术集成应用,保障枇杷优质丰产,获得丰厚利润。

3.2.5 加快枇杷商品市场规范秩序体系建设 市场营销越来越重视商标注册,注重品牌创建和果品安全性。因此,制定正确的营销方针,规范市场秩序,实施市场准入制度,建立健全市场反馈及可追溯制度体系,完善售后服务,统一分配产品流向,制止行业内竞争压价的行为,积极拓展国内市场,开拓国际市场。

3.2.6 拓展枇杷深加工产品研发,提高附加值 枇杷富含营养和药用物质,枇杷果实的营养与加工特性已成为衡量枇杷果实内在品质的重要指标之一^[21]。枇杷中萜类化合物、酚类物质、苦杏仁苷、维生素等生物活性物质是其营养功能的重要基础^[22-25],已成为当今枇杷研究及开发的重点领域。枇杷果脯、果糕、果汁、果酒等适合市场需求的深加工新产品也日益受到消费者青睐。花样美观的加工产品外包装也将吸引着休闲旅游消费者的目光,较大程度提升枇杷产品附加值。通过产后贮存、深加工以及长途远销,延伸产业链,带动一二三产业融合发展,

兼具经济、生态和社会效益。

4 展 望

4.1 关于枇杷种质资源驯化起源问题

明清两代的《黎平府志》《思州府志》《镇远府志》记载:“果之品有桃、杏…枇杷…种植已经普及”,道光年间《贵阳府志》记载枇杷为“开州通产,俯境名播”(开州即今开阳县)。可见在明清时期,枇杷水果已是当地远近闻名的特产。近年来调查研究表明,贵州地理环境的特殊性造就了极其丰富的枇杷属植物资源,各地枇杷种质的性状差异十分显著,为开展枇杷种质起源研究提供了可挖掘的素材和依据。按照植物起源中心学说,当今植物分布多样性最丰富的地区可能是起源中心。胡琛等^[26]的试验结果表明,贵州的枇杷材料最具单倍型的丰富性,8种单倍型中,除H2,其他各种单倍型在贵州都是存在的。此外,章恢志等^[27]根据普通枇杷与近缘种的关系,曾提出川西南大相岭以南的石棉汉源一带可能是普通枇杷的起源中心。可以进一步推测,普通枇杷是多系驯化的枇杷属植物之一,包括川西南大相岭以南地区、贵州东南部及西南部、湖北的西南部都可能是驯化中心,且彼此之间是独立驯化的。

4.2 关于野生枇杷叶斑病类与树体生长型问题

相对于其他落叶果树,枇杷病害种类相对少些,而叶斑病类是枇杷最主要的病害,发生严重时枇杷树体全部落叶甚至植株枯死。近年来,随着枇杷种植面积的扩大和种植年限的增长,枇杷灰斑病、中国梨木虱等有害生物危害日益严重,成为枇杷产业高质量发展的主要障碍之一。从调查收集的野生普通枇杷来看,还尚未发现全抗叶斑病类的种质资源。初步的调查显示,野生枇杷叶斑病类病情发生呈从东北部向西南部方向递增之态势,北部从遵义市播州区收集到的几份野生资源移植到黔中贵阳地区保存,表现为中感或感病的特性。此外,热带地区种质移植到亚热带地区栽培表现为感病或高感之趋势。总体上,同一来源地种质资源的抗性表现趋于一致性,无明显差异,与张小艳等^[28]的研究结果相同。关于树体生长型,贵州野生枇杷生长型存在个体差异性,这可能与贵州境内峰群林立,高低叠嶂,立体气候和小环境气候尤为突出有关。生态环境的不同,导致不同地区枇杷各种性状表现出来丰富的

多样性^[29]。北部地区野生普通枇杷表现为主干直立、树冠小。东部与东北部地区,野生普通枇杷表现为主干直立、树冠中大或中小。南部和西南部地区,野生普通枇杷表现为同龄树主干粗壮、枝梢粗、树冠中大或大。中部地区则表现为东北部与西南部的中间类型。北部和西北部地区由于气候偏冷凉干燥,同龄树体表现为主干较小、树冠偏小稍呈下垂状等生长特性的乔木或小乔木树型。但在同一区域随海拔升高仍表现为趋于矮化树型乔木或小乔木的特征。未来需要对全省野生枇杷资源主要分布地区进行深入调查及分析,以期升华为对贵州枇杷树体生长型评判的理论结晶。

4.3 关于引种与育种的创新问题

在枇杷产生迅猛发展的十年中,外来品种是贵州枇杷产业蓬勃发展的主推手。引种栽培试验是最直接的选育适宜品种的方法,相比较地方驯化或半驯化栽培种具有果大、产量高、可食率高、商品性好的优点,但缺乏引种筛选体系,导致引种不适宜、技术不匹配,带来的惨痛教训也不少。鉴于此,和大田作物一样,各地建立一套完备的水果类植物引种制度体系,加强品比试验,推动引种栽培良性发展势在必行。除了继续利用外来优良品种资源开展定向选育外,必须加强对地方特色种质资源的发掘、鉴定、评价和利用,做到外引资源和地方资源有机结合。白肉枇杷作为枇杷中的珍品,日渐成为我国枇杷品种发展的方向。在当下的贵州,引进、筛选新优白肉枇杷品种是赶超枇杷发展潮流的首要措施。贵州白肉品种资源相对稀少,应建立完善的贵州枇杷种质资源圃,将能够挖掘到的稀有资源圈地保护起来,并与域外白肉资源进行杂交,结合分子标记辅助选择,选育适于贵州的地方白肉枇杷品种是今后一定时期内种质创新的工作目标。

致谢:华南农业大学林顺权教授、贵州省果蔬站邵宇副站长、贵州省农科院程国平研究员、黔东南州农科院王正文研究员、毕节市农科所倪中岳副研究员、兴义市果蔬站郎元兴站长、安顺市果蔬站于学萍副站长、关岭县果蔬站王志华站长、开阳县农业农村局曾庆华高级农艺师、修文县农业农村局李添群研究员、荔波县农业农村局全修冰研究员、台江县林业局二级主任科员邵昌源、盘州市农业农村局夏英副局长等人对该文提供了大力帮助,特此表示诚挚感谢!

参考文献 References:

- [1] 林顺权, 杨向晖, 刘成明, 胡又厘, 何业华, 胡桂兵, 张海岚, 何小龙, 刘月学, 刘宗莉. 中国枇杷属植物的自然地理分布[J]. 园艺学报, 2004, 31(5): 569-573.
LIN Shunquan, YANG Xianghui, LIU Chengming, HU Youli, HE Yehua, HU Guibing, ZHANG Hailan, HE Xiaolong, LIU Yuexue, LIU Zongli. Natural geographical distribution of genus *Eriobotrya* plants in China[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2004, 31(5): 569-573.
- [2] 杨俊弢, 陶光林, 郝磊. 大花枇杷果实形态特征及幼苗建成[J]. 黔东南林业科技, 2021, 30(1): 18-21.
YANG Junshi, TAO Guanglin, HAO Lei. Fruit morphological characteristics and seedling establishment of *Loquat japonica*[J]. Forestry Science and Technology in Southeast Guizhou, 2021, 30(1): 18-21.
- [3] 范付华, 宋莎, 洪怡, 赵亚楠, 文晓鹏. 贵州野生枇杷资源遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 中国南方果树, 2012, 41(3): 36-39.
FAN Fuhua, SONG Sha, HONG Yi, ZHAO Yanan, WEN Xiaopeng. Genetic diversity analysis of wild loquat (*Eriobotrya japonica*) germplasms from Guizhou Province using ISSR markers[J]. South China Fruits, 2012, 41(3): 36-39.
- [4] 卢冰冰, 孙蔡亮, 芦文豪, 孙朝锋. 微域气候对莆田枇杷品质的影响分析[J]. 海峡科学, 2022(7): 29-34.
LU Bingbing, SUN Cailiang, LU Wenhao, SUN Chaofeng. Analysis of the impact of microclimate on the quality of loquat in Putian[J]. Straits Science, 2022(7): 29-34.
- [5] 林顺权. 枇杷属野生种种质资源的研究与创新利用进展[J]. 园艺学报, 2017, 44(9): 1704-1716.
LIN Shunquan. A review on research of the wild species in genus *Eriobotrya* germplasm and their innovative utilization[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2017, 44(9): 1704-1716.
- [6] 陈秀萍, 黄爱萍, 蒋际谋, 林旗华, 魏秀清, 张小艳, 许奇志, 郑少泉. 枇杷属植物 4 个种的花序性状多样性研究[J]. 植物遗传资源学报, 2010, 11(6): 709-714.
CHEN Xiuping, HUANG Aiping, JIANG Jimou, LIN Qihua, WEI Xiuqing, ZHANG Xiaoyan, XU Qizhi, ZHENG Shaoquan. Diversity analysis on the flower cluster characters of four *Eriobotrya* plants[J]. Journal of Plant Genetic Resources, 2010, 11(6): 709-714.
- [7] 王云生, 胡又厘, 何小龙, 杨向晖, 田宗伟, 林顺权. 中国部分野生普通枇杷资源调查分析[J]. 福建果树, 2012(4): 11-15.
WANG Yunsheng, HU Youli, HE Xiaolong, YANG Xianghui, TIAN Zongwei, LIN Shunquan. Investigation report on wild and semi-wild germplasm of loquat in China[J]. Fujian Fruits, 2012(4): 11-15.
- [8] 江旭升, 杨勇胜, 李庆宏, 王道静, 魏椿, 陈树红. 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.
JIANG Xusheng, YANG Yongsheng, LI Qinghong, WANG Daojing, WEI Chun, CHEN Shuhong. Growth type analysis and grafting affinity identification of 47 loquat germplasm resources[J]. Jiangsu Agricultural Sciences, 2021, 49(7): 135-141.
- [9] 刘晓慧, 张海岚, 蒋园园, 胡又厘, 林顺权. 枇杷属野生种及其种间杂种作为栽培枇杷砧木的早期亲和性指标筛选[C]//中国园艺学会. 中国园艺学会 2015 年学术年会论文摘要集. 北京:《园艺学报》编辑部, 2015.
LIU Xiaohui, ZHANG Hailan, JIANG Yuanyuan, HU Youli, LIN Shunquan. Screening of wild species and interspecific hybrids of the *Loquat* genus as early compatibility indicators for cultivated loquat rootstocks[C]//Chinese Society for Horticultural Science. Chinese Horticultural Society 2015 academic annual meeting paper abstracts collection. Beijing: Editorial Office of Acta Horticulturae Sinica, 2015.
- [10] 张海岚, 张志珂, 林顺权, 李建国. 筛选枇杷属野生种作为栽培枇杷砧木的研究[C]//科技与创新: 广东园艺科技论文集(广东省园艺学会第九次会员大会暨学术研讨会论文集). 广州, 2010: 195-202.
ZHANG Hailan, ZHANG Zhike, LIN Shunquan, LI Jianguo. A study on screening wild species of Loquat as cultivated loquat rootstocks[C]//Science and Innovation: Guangdong Horticultural Science and Technology Paper Collection (Proceedings of the 9th Membership Conference and Academic Seminar of Guangdong Horticultural Society), Guangzhou, 2010: 195-202.
- [11] 黄涤明. 黔东南州地方志: 黔东南农业志[M]. 贵阳: 贵州人民出版社, 1993.
HUANG Diming. Qiandongnan prefecture chronicles: Qiandongnan agricultural chronicles[M]. Guiyang: Guizhou People's Publishing House, 1993.
- [12] 杨勇胜, 李庆宏, 江旭升, 邓勇, 魏椿, 全修冰, 唐洪毅, 陈树红. 晚熟枇杷新品种‘黔星’的选育[J]. 果树学报, 2016, 33(3): 378-381.
YANG Yongsheng, LI Qinghong, JIANG Xusheng, DENG Yong, WEI Chun, QUAN Xiubing, TANG Hongyi, CHEN Shuhong. Breeding report of a new late-maturing loquat cultivar ‘Qianxing’[J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33(3): 378-381.
- [13] 杨勇胜, 江旭升, 文晓鹏, 李庆宏, 魏椿, 陈树红, 田红. 中熟枇杷新品种‘贵蜜’的选育[J]. 果树学报, 2016, 33(6): 773-776.
YANG Yongsheng, JIANG Xusheng, WEN Xiaopeng, LI Qinghong, WEI Chun, CHEN Shuhong, TIAN Hong. A new mid-season loquat cultivar ‘Guimi’[J]. Journal of Fruit Science, 2016, 33(6): 773-776.
- [14] 杨勇胜, 江旭升, 李庆宏, 魏椿, 文晓鹏, 陈树红, 曾庆华, 唐洪毅, 王道静. 早熟枇杷新品种黔早 1 号的选育[J]. 果树学报, 2022, 39(9): 1729-1732.
YANG Yongsheng, JIANG Xusheng, LI Qinghong, WEI Chun, WEN Xiaopeng, CHEN Shuhong, ZENG Qinghua, TANG Hongyi, WANG Daojing. A report on a new loquat variety Qianzao 1[J]. Journal of Fruit Science, 2022, 39(9): 1729-1732.
- [15] 杨勇胜, 李庆宏, 江旭升, 魏椿, 邓勇, 陈树红, 曾庆华. 枇杷新

- 品种黔光 2 号的选育[J]. 果树学报, 2021, 38(10): 1817-1820.
- YANG Yongsheng, LI Qinghong, JIANG Xusheng, WEI Chun, DENG Yong, CHEN Shuhong, ZENG Qinghua. Breeding report of a new loquat cultivar Qianguang 2[J]. Journal of Fruit Science, 2021, 38(10): 1817-1820.
- [16] 杨勇胜, 李庆宏, 江旭升, 魏椿, 何志荣, 曾庆华, 陈树红. 不同防冻防寒措施对枇杷果实品质及投入产出效益的影响[J]. 果树学报, 2019, 36(6): 755-764.
- YANG Yongsheng, LI Qinghong, JIANG Xusheng, WEI Chun, HE Zhirong, ZENG Qinghua, CHEN Shuhong. Effect of different chill-proof measures on fruit quality and input-output benefits in loquat[J]. Journal of Fruit Science, 2019, 36(6): 755-764.
- [17] 林顺权. 中国果树科学与实践-枇杷[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2019.
- LIN Shunquan. China fruit science and practice-loquat[M]. Xi'an: Shaanxi Science & Technology Press, 2019.
- [18] 郑少泉. 枇杷品种与优质高效栽培技术原色图说[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005.
- ZHENG Shaoquan. The primary color diagram of loquat varieties and high quality and efficient cultivation techniques[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2005.
- [19] 杨勇胜. 枇杷绿色高效栽培技术手册[M]. 贵阳: 贵州科技出版社, 2020.
- YANG Yongsheng. Handbook of green and efficient cultivation techniques for loquat[M]. Guiyang: Guizhou Science and Technology Publishing House, 2020.
- [20] 周云龙. 国内外农业科技前沿与动态[M]. 北京: 中国农业科学技术出版社, 2021.
- ZHOU Yunlong. Introduction and trends of agricultural science and technology at home and abroad[M]. Beijing: China Agricultural Science and Technology Press, 2021.
- [21] 蒋际谋, 姜帆, 陈秀萍, 胡文舜, 邓朝军, 郑少泉. 枇杷主要品质评价指标研究[J]. 园艺学报, 2013, 40(12): 2382-2390.
- JIANG Jimou, JIANG Fan, CHEN Xiuping, HU Wenshun, DENG Chaojun, ZHENG Shaoquan. Studies on several quality evaluation indices from loquat germplasm resources[J]. Acta Horticulturae Sinica, 2013, 40(12): 2382-2390.
- [22] 姜帆, 高慧颖, 陈秀萍, 郑少泉. 枇杷花中三萜类物质的分析与评价[J]. 热带亚热带植物学报, 2016, 24(2): 233-240.
- JIANG Fan, GAO Huiying, CHEN Xiuping, ZHENG Shaoquan. Analysis and evaluation of triterpenoids in loquat flowers[J]. Journal of Tropical and Subtropical Botany, 2016, 24(2): 233-240.
- [23] 龙婷. 枇杷属植物三萜酸类物质含量比较分析[D]. 广州: 华南农业大学, 2017.
- LONG Ting. Comparative analyses of triterpenoid acids content in *Eriobotrya*[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2017.
- [24] 王鹏, 刘明秀, 李晓林, 党江波, 陈薇薇, 梁国鲁. 普通枇杷与野生枇杷总黄酮、总酚及抗氧化活性分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2019, 41(12): 33-39.
- WANG Peng, LIU Mingxiu, LI Xiaolin, DANG Jiangbo, CHEN Weiwei, LIANG Guolu. Analysis of total flavonoids, total phenolics and antioxidant activities of common loquat and wild loquat (*Eriobotrya japonica*) genotypes[J]. Journal of Southwest University (Natural Science Edition), 2019, 41(12): 33-39.
- [25] 刘丽丽, 刘玉垠, 王杰, 赵小娜, 鲁周民. 枇杷功能成分及生物活性研究进展[J]. 食品科学, 2020, 41(5): 306-314.
- LIU Lili, LIU Yuyin, WANG Jie, ZHAO Xiaona, LU Zhoumin. A review of functional components and bioactivities in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.)[J]. Food Science, 2020, 41(5): 306-314.
- [26] 胡琛. 普通枇杷驯化的谱系地理学研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2018.
- HU Chen. Phylogeography of the domestication of *Eriobotrya japonica* Lindl.[D]. Guangzhou: South China Agricultural University, 2018.
- [27] 章恢志, 彭抒昂, 蔡礼鸿, 方德秋. 中国枇杷属种质资源及普通枇杷起源研究[J]. 园艺学报, 1990, 17(1): 5-12.
- ZHANG Huizhi, PENG Shu'ang, CAI Lihong, FANG Deqiu. The germplasm resources of the genus *eriobotrya* with special reference on the origin of *Eriobotrya japonica* Lindl.[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1990, 17(1): 5-12.
- [28] 张小艳, 许奇志, 李韬, 许家辉, 谢丽雪, 郑少泉. 枇杷种质资源叶斑病抗性调查[J]. 福建果树, 2009(1): 15-18.
- ZHANG Xiaoyan, XU Qizhi, LI Tao, XU Jiahui, XIE Lixue, ZHENG Shaoquan. Investigation of germplasm resources on leaf spot resistance in loquat[J]. Fujian Fruits, 2009(1): 15-18.
- [29] 谢丽雪, 张小艳, 张立杰, 郑姗, 章希娟, 邓朝军, 林旗华, 魏秀清, 许奇志, 陈秀妹, 郑少泉. 枇杷种质资源枝梢与叶片性状多样性分析[J]. 福建果树, 2009(2): 25-30.
- XIE Lixue, ZHANG Xiaoyan, ZHANG Lijie, ZHENG Shan, ZHANG Xijuan, DENG Chaojun, LIN Qihua, WEI Xiuqing, XU Qizhi, CHEN Xiumei, ZHENG Shaoquan. Analysis of shoot and leaf characteristics of loquat germplasm resources[J]. Fujian Fruits, 2009(2): 25-30.