

文章编号:1673-887X(2026)06-0117-04

地果种质资源调查及优良株系筛选

周春邰¹, 刘小容²

(1. 西华师范大学, 四川 南充 637009;

2. 四川文理学院 特色植物开发研究四川省教育厅高校重点实验室, 四川 达州 635000)

摘要 为明确西南地区野生地果种质资源的分布特征与品质差异, 筛选适于产业化开发的优良株系, 于2025年7月—9月对川、黔、滇、渝、湘、桂6个省(区、市)的野生资源开展了系统调查。结合GPS定位采样, 共鉴定样本55份, 构建含外观、营养2类共7项指标的评价体系, 采用层次分析法进行综合评分。结果表明: 四川为核心分布区, 海拔800~1 500 m为最适生长区间; 总游离氨基酸含量地域差异显著($P<0.05$); 共筛选出4个优良株系, 分别适配鲜食、营养保健及加工用途。研究结果可为地果种质资源保护与产业化开发提供科学依据。

关键词 地果; 种质资源调查; 优良株系; 品质评价

中图分类号 S663.9

文献标志码 A

doi:10.3969/j.issn.1673-887X.2026.06.039

Survey of Genetic Resources and Selection of Superior Varieties of *Ficus tikoua*

Zhou Chunli¹, Liu Xiaorong²

(1. China West Normal University, Nanchong 637009, Sichuan, China; 2. Sichuan University of Arts and Science,

Key Laboratory of Characteristic Plant Development of Sichuan Provincial Education Department and

Higher Education Institutions, Dazhou 635000, Sichuan, China)

Abstract: An investigation was conducted on the wild resources in six provinces (autonomous regions and municipalities) from July to September in 2025. Combined with GPS positioning sampling, a total of 55 samples were identified, and an evaluation system consisting of 7 indicators including appearance and nutrition was constructed. The comprehensive score was determined using the analytic hierarchy process. The results showed that Sichuan was the core distribution area, with an altitude range of 800~1 500 meters being the most suitable growth zone; there was a significant regional difference in the total free amino acid content, a total of 4 excellent varieties were screened out, which were suitable for fresh consumption, nutritional health care and processing purposes. The research results could provide scientific basis for the protection and industrial development of *Ficus tikoua* germplasm resources.

Key words: *Ficus tikoua*; germplasm resource investigation; excellent variety; quality evaluation

地果(*Ficus tikoua* Bur.)隶属于桑科(*Moraceae* Gaudich.)榕属(*Ficus*), 为多年生匍匐灌木, 别名地石榴、野地瓜、地枇杷等, 自然分布于我国西南地区(四川、贵州、云南、重庆、湖南、广西)及印度、越南等东南亚国家^[1-3]。作为典型的乡土野生果树资源, 地果兼具食用、药用与生态三重价值。西南地区地理环境复杂多样, 气候类型丰富, 海拔跨度大, 生境异质性显著, 孕育了丰富的野生果树种质资源。但是, 受调查范围与技术手段等因素限制, 地果种质资源的系统调查相对滞后, 存在资源家底不清、分布特征不明、品质评价体系不健全、优良株系筛选缺乏标准化方法等问题, 严重

制约其产业化开发。针对当前地果种质资源本底不清、评价体系缺失的问题, 本研究对西南6省(区、市)野生地果开展系统调查与品质评价, 筛选优良株系, 为其种质资源保护与产业化开发提供基础数据支撑。

1 考察区域与方法

1.1 考察区域

考察覆盖四川、贵州、云南、重庆、湖南、广西6省(自治区、直辖市), 包括眉山、贵阳、凉山、昆明、湘西、桂林等多个市县典型生境, 地理范围为东经97°27'~111°59'、北纬21°35'~33°30', 海拔跨度100~2 000 m。

收稿日期 2026-03-02

基金项目 四川文理学院博士科研启动计划项目(2022GCC05Z)。

作者简介 周春邰(1993-), 女, 四川达州人, 硕士研究生在读, 研究方向为农艺与种业。

通信作者 刘小容, 副教授, 博士, E-mail: 1007416992@qq.com。

调查区域涵盖林下、林缘、路边、河谷、山地坡地等多样化生境,利用GPS对每一处原生地进行精准定位与标记,记录经纬度、海拔等信息。

1.2 考察方法

参照《中国植物志》及APG植物分类系统,对地果种质资源进行现场鉴定、形态特征记录与拍照存档。所有样本统一编号,完整记录采集地点、生境类型、经纬度、海拔等信息。每份样本选取生长健壮、无病虫害的野生植株3~5株,果实统一采集成熟期一致、无机械损伤的鲜果,每样本指标测定设置3次生物学重复。本次共调查野生地果植株样本55份,其中26份采集到成熟果实,49份获取有效叶片样本(部分植株因物候期、生境干扰未结实)。1份果实及叶片样本寄送至南京卡文思检测技术有限公司开展品质指标测定;另1份叶片样本栽植于四川省达州市通川区复兴镇地果种质资源研究基地,用于种质资源保存与后续研究^[4]。

1.3 指标测定方法

1.3.1 外观品质指标

单果质量采用精度0.01 g电子天平测定,每样本随机选取10个成熟、无损伤果实,取平均值。色泽瘤点采用目视分级法,分为5级。果实形态采用形态指数法,结合果形规整度、果皮光滑度进行综合评分。

1.3.2 营养品质指标

可溶性固形物含量采用手持折光仪(WZ-100)测定;维生素C含量采用2,6-二氯酚酚滴定法测定;总游离氨基酸含量采用茚三酮比色法测定;矿质元素(钾、钙、铁)含量采用原子吸收分光光度计(TAS-990)测定。所有指标均设置3次重复,取平均值。

1.4 综合评价体系构建

1.4.1 评价指标确定

构建包含外观品质和营养品质2类一级指标、7项二级指标的评价体系。其中,外观品质含单果质量、色泽瘤点、果实形态;营养品质含可溶性固形物含量、维生素C含量、总游离氨基酸含量、矿质元素总含量。

1.4.2 指标权重确定

采用层次分析法(AHP)确定各指标权重。邀请5位果树学专家以1~5标度法对7项指标进行两两重要性比较,构建判断矩阵后通过方根法计算权重,最终权重向量为(0.12,0.10,0.08,0.15,0.14,0.18,0.23),依次对应单果质量、色泽瘤点、果实形态、可溶性固形物含量、维生素C含量、总游离氨基酸含量、矿质元素总含量;一致性检验结果 $CR=0.026<0.1$,权重设置科学合理。

1.4.3 综合评分方法

采用线性插值法将各指标实测值转换为百分制得分,设定5级评语集对应不同分值区间,阈值由样本指标分布五等分确定;结合AHP权重加权求和得到株系综合得分,以此划分品质等级并筛选优良株系。

1.5 数据统计分析

采用单因素方差分析检验地果果实品质指标的地域差异显著性($P<0.05$ 为显著)。采用Excel 2019完成数据整理与综合得分计算。

2 地果种质资源的分布、品质特征及优良株系筛选

2.1 地果种质资源分布特征

调查发现,四川省为地果种质资源核心分布区,果实样本占比达69.2%(18/26),眉山、凉山、雅安等区域为主要分布点,种群规模大、果实品质优良;贵州、云南、湖南为次要分布区,果实样本占比分别为7.7%、15.4%、7.7%,种群分布相对分散。值得注意的是,广西、重庆两地未采集到成熟果实样本,仅收集到叶片样本,推测受局部气候、人为干扰及栖息地破碎化等因素影响,该区域地果结实性较差。从生境分布来看,地果主要生长于海拔100~2 000 m区域,其中海拔800~1 500 m的亚热带湿润气候区为最适生长区,该区域水热条件匹配度高,果实饱满、品质优良;高海拔(1 500~2 000 m)区域果实偏小、营养成分积累略低;低海拔(100~800 m)区域受人为活动干扰较大,种群分布零散。

2.2 地果果实品质特征及地域差异

地果果实性状与营养成分存在显著种质变异。单因素方差分析结果显示,总游离氨基酸含量的地域差异显著($P<0.05$),是受地理环境影响最大的品质指标,其变异系数在各地样本间差异明显;而单果质量、可溶性固形物含量、维生素C含量、矿质元素总含量的地域差异不显著($P>0.05$),表明这些指标的遗传稳定性较好,可作为地果品种驯化的核心参考指标。

2.3 地果优良株系筛选

2.3.1 指标评价得分

二级指标综合得分显示,色泽瘤点得分最高(82.0分),表明地果果实的外观商品性整体较好;总游离氨基酸含量得分最低(74.2分),是地果品质提升的主要改良靶点。一级指标中,外观品质综合得分78.6分,营养品质综合得分76.3分,均处于良好等级,表明本次考察的地果种质资源整体品质优良,具备产业化开发潜力。

2.3.2 株系综合评价与等级划分

参照同类小型浆果标准,将地果株系划分为4个等级:优良(≥ 85 分)、良好(75~84分)、一般(65~74分)、较差(< 65 分)。26份果实样本的综合得分范围为62.3~89.5分,整体呈现四川、贵州样本品质最优,云南、湖南样本次之的规律。

所有综合得分 ≥ 85 分的优良株系共4个(见表1),其中四川省占3个,贵州省占1个。四川省的3个优良株系分别为:四川眉山株系(编号1,89.5分)、四川凉山株系(编号17,85.4分)以及四川雅安株系(编号9,85.1分)。四川雅安株系(编号9)虽未进入前三,但其综合

得分仍达到优良等级,主要优势在于矿质元素总含量(钾、钙、铁)仅次于贵州贵阳株系,且果实形态规整度较好,具备作为加工兼鲜食后备品种的潜力。贵州贵阳株系(编号3,87.6分)为贵州省唯一进入优良等级的样本。

表1 综合得分≥85分的优良地果株系表
Tab.1 High-quality Ficus tikoua plant line overall the score≥85 points

排名	编号	来源地	综合得分	等级	核心特异性状
1	1	四川眉山	89.5	优良	单果质量大、可溶性固形物含量高、色泽瘤点优(鲜食型)
2	3	贵州贵阳	87.6	优良	总游离氨基酸含量、矿质元素总含量显著最高(营养保健型)
3	17	四川凉山	85.4	优良	可溶性固形物含量与矿质元素总含量均居前列(加工型)
4	9	四川雅安	85.1	优良	矿质元素总含量高,果实形态规整(后备加工/鲜食型)

2.3.3 优良株系特异性状分析

综合得分排名前3的地果优良株系在核心品质指标上表现出显著特异性,适配不同产业化开发方向。

四川眉山株系(编号1,89.5分):该株系单果质量、可溶性固形物含量及色泽瘤点等外观指标均处于领先水平,鲜食品质突出,适宜作为鲜食高端品种开展驯化与栽培。

贵州贵阳株系(编号3,87.6分):该株系总游离氨基酸含量与矿质元素总含量显著高于其他样本,营养保健价值突出,适配功能性保健品或天然药用原料开发。

四川凉山株系(编号17,85.4分):该株系可溶性固形物含量与矿质元素(钾、钙、铁)总含量均位居前列,高糖度、高矿质元素特征显著,适配果酱、果酒等加工制品开发^[5]。

3 讨论

3.1 优良株系的差异化开发价值

针对3个株系的特异性状,其开发方向明确:四川眉山株系(鲜食型)因外观与风味俱佳,可对标高端鲜食浆果市场,填补西南地区特色鲜果空白;贵州贵阳株系(营养保健型)因高氨基酸与高矿质元素特征,具备开发抗氧化、增强免疫力等功能性食品的潜力,与已有地果茎提取物抗氧化活性研究结论相互印证^[6];四川凉山株系(加工型)因高糖度与高矿物质含量,在果酱、果酒等加工制品中可减少添加糖用量,提升产品营养标签的竞争力。此外,3个株系均源自海拔800~1 500 m的最适生长区,表明该海拔范围是未来人工栽培基地选址的关键参考。

3.2 利用现状与瓶颈

本研究的调查数据揭示了当前地果利用中的3个

瓶颈:一是资源分布不均导致原料供应不稳定。广西、重庆两地未采集到成熟果实,表明在这些区域建立规模化采集或种植基地存在天然限制;即便是核心分布区四川,综合得分≥85分的优良株系共3个,占该省果实样本总数(18份)的16.7%(3/18),优质原料的稀缺性突出。二是品质指标间存在权衡关系。部分大果样本可溶性固形物含量偏低,二者的量化相关性需进一步验证。三是总游离氨基酸含量地域差异显著且整体得分最低(74.2分),说明该指标对环境敏感,单纯依靠遗传选育难以稳定提升,需配套针对性的水肥管理技术。综上,当前地果利用仍停留在零散野生采摘阶段,缺乏针对上述瓶颈的系统性驯化方案与配套技术体系。

4 建议

4.1 针对优良株系的差异化驯化与推广

建议以本研究筛选的前3个株系为核心育种材料,实施定向驯化。四川眉山株系(鲜食型):优先开展高密度种植模式与修剪技术研究,控制单株负载量以稳定大果率;同步进行采后保鲜技术研发,延长货架期。贵州贵阳株系(营养保健型):重点建立其总游离氨基酸与矿质元素的指纹图谱,作为品种真实性鉴定的分子标记;联合医药企业开展体外抗氧化、抗炎活性验证,为功能性申报提供数据支撑。四川凉山株系(加工型):针对其高糖度特性,优化低糖复合果酱、果酒发酵工艺,开发“减糖不减甜”的清洁标签产品,契合当前健康消费趋势。此外,四川雅安株系(编号9,85.1分)虽未进入前三,但因其矿质元素总含量高、果实形态规整,建议作为加工兼鲜食后备品种纳入种质资源圃保存与观察。

4.2 基于分布特征的核心种质保护

针对调查发现的“核心分布区优良株系集中、边缘区结实性差”的特征,建议在四川眉山、凉山、雅安及贵州贵阳四地建立原生境保护点,对上述优良株系的野生种群进行围栏封育与GPS动态监测,防止因人为采集或生境破坏导致种质流失。同时,对广西、重庆等未采集到果实的边缘分布区,优先开展叶片种质的迁地保存,以维护遗传多样性。

4.3 针对品质瓶颈的技术攻关

针对总游离氨基酸含量地域差异显著且整体偏低的问题,建议设置不同氮肥梯度与采收期试验,探究其对氨基酸积累的调控效应;针对单果质量与糖度的负相关趋势,建议采用分子标记辅助育种,筛选同时控制两个性状的QTL位点,逐步打破连锁累赘。

4.4 构建“优良株系+生态治理”协同模式

结合西南地区石漠化治理需求,优先将根系发达、抗逆性强的四川凉山株系(加工型)作为喀斯特坡地水土保持的先锋植物进行规模化扦插推广,实现“生态修

下,CK 在同时期增量仅为 0.005 3 m³, 占总增量的 51.0%, 但绝对增量远低于 T₃。表明生物有机肥 75% 替代化肥, 能够显著提升桉树的木材产量, 且效果随替代比例升高而增强, 但完全替代略低于 75% 替代, 可能与纯有机肥前期养分释放速率稍慢有关。

表 4 生物有机肥对桉树单株材积的影响表
Tab.4 The influence of biological organic fertilizer
on the volume of individual *Eucalyptus*

单位: m ³				
处理	定植后 6 个月	定植后 12 个月	定植后 18 个月	定植后 24 个月
CK	0.000 3c	0.001 9ed	0.005 1e	0.010 4d
T ₁	0.000 4bc	0.002 2d	0.005 5d	0.011 3cd
T ₂	0.000 5b	0.002 5c	0.006 3c	0.012 9c
T ₃	0.000 7a	0.003 4a	0.008 5a	0.017 2a
T ₄	0.000 6ab	0.003 1b	0.007 8b	0.016 1b

2.2 生物有机肥不同替代比例对桉树土壤理化性质的影响

生物有机肥对土壤理化性质的影响见表 5。由表 5 可知, 生物有机肥替代化肥可改善土壤理化性状, 不同替代比例效果差异明显。试验后 CK 土壤 pH 为 4.8, 仍呈酸性; T₃、T₄ 土壤 pH 分别升至 5.8、5.7, 有效缓解土壤酸化, T₁、T₂ 也有小幅调酸效果。土壤有机质方面, T₃ 含量最高, 较试验初始值与 CK 分别提升 42.4%、23.7%, T₄ 次之, 二者差异显著; 各有机肥处理有机质均高于 CK, 有机肥补充有机质的作用突出。土壤氮、磷、钾养分以 T₃ 表现最优, 较 CK 增幅分别为 27.8%、33.8%、24.2%, T₄ 养分指标略低且与 T₃ 差异显著, 低比例替代处理养分提升幅度有限。生物有机肥可活化土壤微生物, 促进养分转化利用。试验初始土壤密度为 1.36 g/cm³, T₃ 降至 1.19 g/cm³, 降幅达 12.5%, 土壤结构改善效果最佳; CK 容重仅小幅下降, 板结问题改善不明显。

综合评价, 75% 有机肥替代处理(T₃)改土效果最优, 全量有机肥替代未进一步提升效果, 低比例替代作用有限, 该配比更适配当地土壤条件。

(上接第 119 页)
复+原料供应”双赢——既降低政府生态工程成本, 又为加工企业提供稳定的原料来源。

5 结论

本研究系统调查了西南 6 省(区、市)的野生地果种质资源, 明确四川为核心分布区, 海拔 800~1 500 m 为最适生长区间, 广西、重庆区域野生植株结实性较弱。构建的 7 项指标综合评价体系可有效区分株系品质差异, 其中总游离氨基酸含量地域差异显著, 是品质改良的核心靶点。最终筛选出 4 份优良株系, 分别适配鲜食、营养保健、加工及后备种质用途。

表 5 生物有机肥对土壤理化性质的影响表
Tab.5 The influence of biological organic fertilizer
on the physical and chemical properties of soil

处理	pH 值	w(有机质)/%	全氮/%	w(速效磷)/(mg·kg ⁻¹)	w(速效钾)/(mg·kg ⁻¹)	土壤密度/(g·cm ⁻³)
CK	4.8c	1.52e	0.090e	6.8e	91e	1.28d
T ₁	5.0e	1.58d	0.095d	7.2d	96d	1.25c
T ₂	5.3b	1.68c	0.102c	7.8c	102c	1.24b
T ₃	5.8a	1.88a	0.115a	9.1a	113a	1.19a
T ₄	5.7a	1.83b	0.112b	8.9b	110a	1.21a

3 结论与讨论

本试验表明, 生物有机肥不同比例替代化肥均可显著促进南宁市西乡塘区金陵镇桉树生长、改善土壤理化性质, 且替代效果随比例增加呈现提升后平稳趋势, 75% 替代比例(T₃)效果最佳。该处理不仅使桉树树高、胸径、单株材积较 CK 显著增长, 还能有效中和土壤酸性、提升土壤有机质及养分含量、降低土壤密度, 实现桉树生长与土壤肥力提升的协同发展。

生物有机肥替代化肥的优势在于其含有的有益微生物和丰富有机质, 可改善土壤结构、激活土壤微生物活性, 促进养分缓慢释放, 避免化肥流失造成的浪费和污染。本试验中, 100% 替代比例(T₄)效果与 75% 替代比例部分指标差异显著, 说明过高替代比例无法进一步提升效果, 还会增加施肥成本, 因此 75% 替代比例更具推广价值。

结合当地立地条件, 75% 生物有机肥替代化肥可在金陵镇桉树造林及抚育中推广应用, 后续可进一步研究生物有机肥与其他改良剂配施效果, 为当地桉树产业绿色可持续发展提供更完善的技术支撑。

参考文献

[1] 阳艺. 自制生物有机肥对桉树生长及土壤养分的影响[J]. 南方农业, 2024, 18(24): 139-141.
[2] 马力, 陈永忠, 陈隆升, 等. 生物有机肥的应用现状及前景展望[J]. 农业科技通讯, 2013(5): 142-143.

参考文献

[1] 林登蕃, 林长松, 饶玲丽, 等. 地果资源与利用研究[J]. 贵州科学, 2022, 40(1): 28-31.
[2] 王晓荣, 崔鸿侠, 唐万鹏, 等. 地被植物地果资源利用与研究进展[J]. 湖北农业科学, 2022, 61(11): 93-96.
[3] 谭廷鸿, 高帆, 王卓, 等. 不同贮藏方式对地果果实保鲜效果的影响[J]. 食品研究与开发, 2024, 45(9): 7-15.
[4] 王晓荣, 辜忠春, 刘星, 等. 基质和生长激素对地果硬枝扦插生根的影响[J]. 中国农学通报, 2023, 39(31): 90-95.
[5] 陈海燕, 严旭, 左艳春, 等. 基于 CiteSpace 的地果(*Ficus tikoua*)知识图谱分析[J]. 中国野生植物资源, 2023, 42(6): 29-36.
[6] 邹海龙, 罗琳琳, 周润东, 等. 四川盆周山区野生地果快繁技术研究[J]. 四川农业科技, 2023(1): 15-19.