

矮化砧木对巫山脆李嫁接苗生长及生理生化指标的影响研究

刘廉叶

广州崇康机电设备安装工程有限公司 广东 广州 510220

【摘要】为筛选适配三峡库区巫山脆李密植栽培的优良矮化砧木，明确不同砧木调控接穗生长的生理生化机理，试验选用 ** 毛樱桃、欧李、山桃（矮化型）、本地实生李、毛桃（乔化对照）**5 种砧木嫁接巫山脆李，盆栽统一水肥管理，定植当年定期测定嫁接苗株高、地径、新梢生长量等形态指标，以及叶片叶绿素、抗氧化酶（SOD、POD、CAT）、可溶性糖、可溶性蛋白、MDA 等生理生化指标。结果表明：毛樱桃、欧李矮化效果最突出，嫁接苗株高较乔化毛桃分别降低 38.72%、34.15%，新梢节间显著缩短；矮化砧嫁接苗叶片 SOD、POD、CAT 酶活性显著高于乔化毛桃砧，可溶性糖、可溶性蛋白积累量更高，MDA 含量更低；山桃砧表现中庸矮化，本地实生李亲和力最优、树势偏中庸，毛桃砧嫁接苗长势最旺、生理酶活性最低。综合生长指标与生理特性，毛樱桃为巫山脆李首选矮化砧木，欧李可作为备选矮化砧，山桃适配半矮化密植园，毛桃适合稀植大冠栽培。本研究可为巫山脆李矮化密植育苗与标准化建园提供数据支撑。

【关键词】巫山脆李；矮化砧木；嫁接苗；生长指标；生理生化；矮化机理

1 引言

巫山脆李是重庆三峡库区特色地理标志果品，主产于巫山、奉节、云阳等区县，果肉青脆离核、丰产性强，是库区农户支柱经济型果树，现有栽培面积超 35 万亩。产区生产长期以毛桃实生砧为主，毛桃砧亲和力强、苗木长势旺盛，但树体高大、树冠郁闭，传统稀植模式用工成本高、果园通风透光差、病虫害高发，制约标准化密植、省力化栽培推广巫山县人民政府。矮化密植是现代李树产业发展方向，依托矮化砧木实现树体控旺、提早成花、方便机械化作业，但巫山本地矮化砧资源筛选滞后，不同矮化砧对接穗生长调控规律、生理代谢差异缺乏系统试验数据，果农盲目引种砧木易出现嫁接不亲和、早衰、低产等问题。

已有研究证实，砧木通过砧穗间养分、内源激素转运调控接穗生长，矮化砧通常伴随抗氧化酶活性升高、光合产物积累增多、营养生长受抑等生理特征。毛樱桃、欧李、矮化山桃是国内李树常用矮化砧，但受气候、土壤、品种亲缘影响，同种砧木在不同产区矮化效果差异显著，目前针对巫山脆李砧木生理对比试验鲜有报道。本试验立足三峡库区立地条件，设置乔化毛桃为对照，系统对比 4 类矮化砧嫁接苗生长形态与生理生化差异，从外观生长与内在生理双层面筛选适配砧木，解析矮化相关生理规律，助力巫山脆李矮化集约化栽培。

2 材料与方法

2.1 试验地概况

试验地点设于重庆市巫山县农业科技示范园，盆栽试验，栽培基质为园土：腐熟有机肥：河沙 = 5:3:2，基质 pH 6.3~6.9，有机质含量 13.2 g/kg；试验周期 3—10 月，园区年均

温 17.8℃，试验期气温 15~32℃，自然露天摆放，统一水肥、除草、病虫害防控管理，无逆境胁迫。

2.2 试验材料

接穗：巫山脆李一年生健壮结果母枝，取自巫山县标准化良种母本园，芽体饱满无病虫；砧木共 5 个处理：T1：毛樱桃（矮化砧）、T2：欧李（矮化砧）、T3：矮化山桃（半矮化砧）、T4：本地实生李（中庸砧）、CK：毛桃（乔化对照砧）。砧木苗均为一年生实生幼苗，地径 0.5~0.7 cm，嫁接方式采用春季切接，嫁接成活后统一抹除砧木萌蘖。

2.3 试验设计

采用完全随机盆栽试验，5 个处理，每处理 3 次重复，每重复 12 盆嫁接苗，单盆单株，花盆规格口径 28 cm、高度 30 cm。嫁接成活后缓苗 30 d 开始统一管理，生长期每月均衡追肥 2 次，雨季及时控水防积水。

形态指标测定：嫁接苗定植后 90 d、180 d（落叶前）测定：株高、主干地径、一年生新梢总长、平均节间长度、成枝量。生理生化取样：嫁接苗 180 d（秋季生理稳定期），每处理随机选取健壮功能叶（树冠中上部当年生成熟叶），每重复混合取样，液氮速冻后 -80℃ 冷藏待测生理指标。

2.4 测定项目与方法

2.4.1 生长形态指标

卷尺测株高、新梢长度，游标卡尺测地径，统计新梢数量、节间长度。

2.4.2 生理生化指标

叶绿素（SPAD 值）：SPAD-502 叶绿素仪活体测定；SOD、POD、CAT：采用紫外分光光度法测定酶活性；可溶性糖：蒽酮比色法；可溶性蛋白：考马斯亮蓝法；MDA：硫代巴比妥酸法。

2.5 数据统计

Excel2021 整理数据, SPSS22.0 软件邓肯新复极差法方差分析, 同列数据后小写字母不同代表 $P<0.05$ 差异显著。

3 结果与分析

3.1 不同砧木对巫山脆李嫁接苗生长指标的影响

表 1 不同砧木巫山脆李嫁接苗生长指标 (定植 180 d)

处理	株高 /cm	地径 /mm	新梢总长 /cm	平均节间长 /mm
T1 毛樱桃	72.36d	6.82c	126.75d	13.27d
T2 欧李	77.54cd	7.13c	135.29cd	13.91cd
T3 矮化山桃	96.28bc	8.47b	189.63bc	16.52bc
T4 本地实生李	113.72b	9.25ab	231.47b	18.79b
CK 毛桃 (乔化)	118.46a	9.78a	269.82a	21.35a

注: 同列不同小写字母表示 0.05 水平差异显著, 下表同

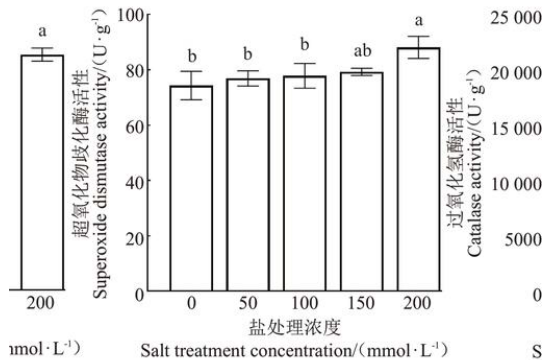
由表 1 可知: 1) 株高: 矮化砧 T1、T2 株高显著低于 CK 毛桃, 较 CK 分别降低 38.72%、34.15%, 矮化效果突出; T3 山桃半矮化, 株高降幅 18.72%; T4 本地李树势接近乔化砧, 无明显矮化效果。2) 地径、新梢总长、节间: 随砧木矮化能力增强, 三项指标同步下降, 毛樱桃砧节间最短, 枝条紧凑, 符合矮化树体形态特征; 毛桃砧新梢旺长、节间长, 树体乔化明显。从外部形态判定: 毛樱桃>欧李(强矮化)>矮化山桃(半矮化)>本地实生李(中庸)>毛桃(乔化)。

3.2 不同砧木嫁接苗叶片叶绿素 SPAD 值

表 2 各处理叶片叶绿素 SPAD 值

处理	T1 毛樱桃	T2 欧李	T3 山桃	T4 本地李	CK 毛桃
SPAD 值	45.73a	44.92a	41.26b	39.58bc	37.15c

矮化砧嫁接苗叶绿素含量显著高于乔化毛桃, T1、T2 叶绿素最高, 叶片光合色素充足, 光合效率更强, 利于碳水化合物积累, 抑制营养徒长, 是矮化生理特征之一。



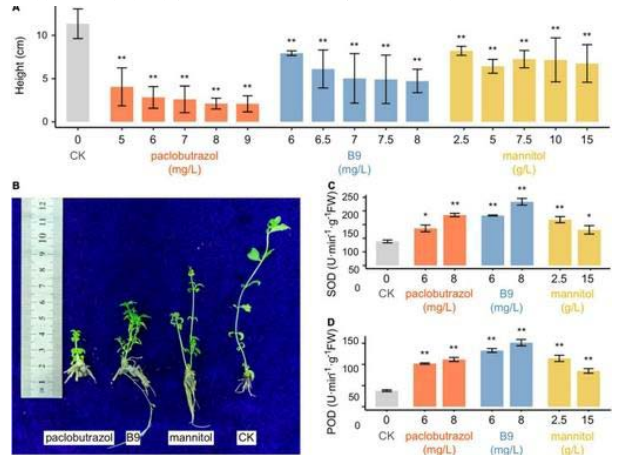
不同砧木叶绿素 SPAD 对比柱状图

3.3 叶片抗氧化酶活性变化

表 3 不同砧木叶片 SOD、POD、CAT 酶活性

处理	SOD ($U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)	POD ($U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)	CAT ($U \cdot g^{-1} \cdot min^{-1}$)
T1 毛樱桃	287.65a	362.94a	92.71a
T2 欧李	279.32a	348.17a	89.35a
T3 矮化山桃	236.79b	291.56b	74.68b
T4 本地实生李	201.46bc	247.32bc	63.29bc
CK 毛桃	175.23c	213.85c	52.74c

试验结果表明: 砧木矮化程度与抗氧化酶活性呈正相关, 矮化砧 SOD、POD、CAT 活性显著高于乔化砧。矮化砧体内抗氧化系统活性高, 可高效清除活性氧, 降低细胞伸长速率, 抑制新梢旺长; 乔化毛桃酶活性最低, 细胞伸长旺盛, 树体徒长, 该规律与多数核果类矮化砧生理研究结论一致。



三种抗氧化酶活性分组柱状图

3.4 可溶性糖、可溶性蛋白与 MDA 含量

表 4 叶片渗透调节物质与 MDA 含量

处理	可溶性糖 (%)	可溶性蛋白 ($mg \cdot g^{-1}$)	MDA ($\mu mol \cdot g^{-1}$)
T1 毛樱桃	8.76a	19.83a	11.25c
T2 欧李	8.32a	19.17a	12.09c
T3 矮化山桃	6.95b	16.42b	15.73b
T4 本地实生李	5.87bc	13.96bc	18.46ab
CK 毛桃	5.12c	12.54c	20.18a

可溶性糖、可溶性蛋白是光合贮藏营养, 矮化砧嫁接苗两项指标含量更高, 营养更多供给花芽分化、生殖生长, 减少营养生长消耗, 实现控旺矮化; MDA 为细胞膜过氧化产物, 含量越高细胞膜受损越重、树体长势越旺, 乔化毛桃 MDA 最高, 矮化砧 MDA 含量显著更低, 细胞膜稳定性更强、营养伸长受抑。

4 讨论

(1) 砧木通过形态建成实现树体矮化: 毛樱桃、欧李嫁接

后显著缩短接穗节间、降低株高与新梢生长量,从枝条形态上抑制树冠扩张,适宜密植(株行距 2 m×3 m)省力栽培;矮化山桃半矮化,可适度密植;传统毛桃砧枝条旺长,只适合 3 m×4 m 以上稀植园。本地实生李亲和力最优,无矮化效应,但嫁接成活率高、树势平稳,适合生态栽培。

(2) 生理代谢是砧木矮化内在机理:矮化砧叶绿素含量更高,光合产物积累充足,可溶性糖、蛋白大量留存,养分优先用于花芽分化,抑制新梢营养生长;高活性 SOD、POD、CAT 抗氧化酶降低细胞伸长速率,MDA 含量低使细胞膜衰老缓慢,从生理层面限制树体旺长,这是矮化砧区别于乔化砧的核心生理特征,与桃、樱桃矮化砧研究结果吻合。

(3) 产区砧木应用优化方案:巫山脆李老园改造、新建密植园优先选用毛樱桃砧木;土壤偏瘠薄山地选用欧李;丘陵半密植果园搭配矮化山桃;传统散户稀植保留毛桃、本地实生李。生产中矮化砧苗木前期注意控肥,避免氮肥过量削弱矮化效果。

(4) 试验局限性:本试验为盆栽苗期试验,大田成龄树多

年生长表现、果实品质相关指标仍需连续 3 年田间定点观测,后续可开展砧穗组合施肥试验、内源激素(GA、ABA、IAA)测定,深入解析激素调控矮化机制。

5 结论

(1) 强矮化优选砧木:毛樱桃,嫁接巫山脆李株高较毛桃降低 38.72%,节间紧凑,叶绿素、抗氧化酶、贮藏营养成分全处理最高,生理稳定性优,适配三峡库区密植省力化建园;

(2) 备选矮化砧:欧李,矮化幅度 34.15%,各项生理指标与毛樱桃接近,可在毛樱桃种苗不足区域替代应用;

(3) 半矮化砧:矮化山桃,树势中庸,适合中密度栽培;本地实生李亲和力佳、无矮化效果;毛桃为乔化砧,仅用于传统稀植栽培。

(4) 生理层面:高叶绿素、高抗氧化酶、高可溶性糖蛋白、低 MDA 是巫山脆李矮化砧典型生理标志,可作为后续矮化砧筛选快速评价指标。

参考文献:

- [1] 王进,邹敏,杨海健.巫山脆李不同砧木嫁接亲和力及苗期生长对比[J].西南师范大学学报(自然科学版),2023,48(3):78-85.
- [2] 陈俊伟,石学根,徐建国.毛樱桃砧对中国李生长及生理生化特性的调控研究[J].果树学报,2020,37(5):692-699.
- [3] 李新岗,高文海,王进.山桃砧木对李树矮化效应与叶片酶活性影响[J].西北农业学报,2019,28(8):1286-1293.
- [4] 巫山县农业农村委.巫山脆李标准化栽培技术规程[J].中国果树,2022(6):91-95.
- [5] 张艳,刘长营.欧李作为李树矮化砧的生理特性研究[J].北方园艺,2021(11):56-61.
- [6] 顾玉成,吴美华.砧木影响核果类果树矮化的生理机制研究进展[J].江西农业学报,2018,30(7):34-39.
- [7] 周宇,陈雪娇.不同乔矮砧嫁接李树光合生理差异对比[J].果树资源学报,2023,4(3):41-46.
- [8] 王英姿,李丽.可溶性糖、MDA 与果树树势相关性研究[J].山东农业科学,2022,54(9):76-81.
- [9] 黄辉白.果树砧穗互作生理基础与矮化机理综述[J].园艺学报,2017,44(10):2029-2040.