

不同来源百香果扦插苗在高海拔环境适应性的综合评价

杜家会, 李振斌, 姚天月, 崔玉发*

(黔西南民族职业技术学院, 贵州兴义 562400)

[摘要]为筛选适配贵州黔西南州高海拔温凉气候的黄金百香果种苗类型,以百香果‘钦蜜9号’为试材,设置广西扦插苗(炼苗)、广西扦插苗(未炼苗)、本地扦插苗3种处理,开展田间对比试验,系统测定成活率、生长动态、花芽分化特性、抗逆性、果实品质及产量指标。结果表明:本地扦插苗定植后30 d成活率达95.8%,缓苗时间仅12.5 d,显著优于广西两类种苗;生殖生长期株高、茎粗、分枝数及叶面积指数分别达232.5 cm、1.78 cm、9.2个、3.2,营养积累能力最强;花芽分化高度125.6 cm,单株有效花芽数32.5个,分化整齐度指数2.8,适配高海拔环境;低温期叶片黄化率峰值仅15.6%,抗寒性最优;果实单果重93.6 g,可溶性固形物17.1° Brix,糖酸比15.6,品质最佳;单位面积产量22.7 t/hm²,商品果率85.2%,较广西未炼苗分别提升39.2%、46.1%。炼苗可显著改善广西种苗适应性,但综合表现仍不及本地苗。结论:本地扦插苗是黔西南州黄金百香果种植的最优种苗类型,建议加强本地优良母本筛选与繁育体系建设,同时探索广西种苗阶梯式炼苗技术。

[关键词]百香果;扦插苗;花芽分化;果实品质;环境适应性

中图分类号:S667.9 文献标识码:A 文章编号:1672-450X(2026)03-0036-07

Comparative Study on Environmental Adaptability of Different Passion Fruit Seedlings in High-Altitude Regions

DU Jiahui, LI Zhenbin, YAO Tianyue, CUI Yufa*

Qianxi'nan Vocational and Technical College for Nationalities, Xingyi 562400, China

Abstract: To screen the optimal seedling type of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) suitable for the high-altitude cool climate in Qianxinan Prefecture, Guizhou, a field experiment was conducted with "Qinmi No.9" as the test material, including three treatments: Guangxi hardened cuttings, Guangxi unhardened cuttings, and local cuttings. Indicators such as survival rate, growth dynamics, flower bud differentiation, stress resistance, fruit quality, and yield were systematically determined. The results showed that the local cuttings had the highest survival rate (95.8%) 30 d after transplanting and the shortest seedling establishment period (12.5 d), significantly outperforming the two Guangxi cutting types. During the reproductive growth period, they exhibited the strongest nutrient accumulation capacity (plant height: 232.5 cm, stem diameter: 1.78 cm, branches per plant: 9.2, leaf area index: 3.2) and well-adapted flower bud differentiation characteristics (differentiation height: 125.6 cm, effective flower buds per plant: 32.5, uniformity index: 2.8). They also had the best cold resistance (peak leaf yellowing rate: 15.6% in low-temperature period) and fruit quality (fruit weight: 93.6 g, soluble solids: 17.1° Brix, sugar-acid ratio: 15.6). The yield per unit area (22.7 t/hm²) and commercial fruit rate (85.2%) were 39.2% and 46.1% higher than those of Guangxi unhardened cuttings, respectively. Hardening treatment significantly improved the adaptability of Guangxi cuttings but their comprehensive performance was still inferior to local cuttings. Conclusion: Local cuttings are the optimal seedling type for yellow passion fruit cultivation in Qianxinan Prefecture. It is suggested to

收稿日期:2026-02-04

基金项目:贵州省黔西南州基础 Research 计划(2024-8)

作者简介:杜家会(1984—),女,副教授,硕士,研究方向为种质资源创新和利用。E-mail:254281714@qq.com

*通信作者:崔玉发(1968—),男,教授,研究方向为中药资源利用。E-mail:2237421563@qq.com

strengthen the selection of excellent local female parents and breeding system construction, and explore stepwise hardening technology for Guangxi cuttings.

Key words: *Passiflora edulis*; cutting seedlings; flower bud differentiation; fruit quality; environmental adaptability

黄金百香果(*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*)为西番莲科西番莲属热带藤本水果,果实富含维生素C、类黄酮、芳香物质及多种氨基酸,兼具鲜食、加工、药用价值,经济与营养价值突出^[1],已成为我国热带、亚热带地区农业产业结构调整的优势作物。近年来,黄金百香果研究聚焦于品种选育、栽培技术优化、品质形成机制及病虫害绿色防控等领域^[2-6],产业发展态势良好。

黄金百香果的生长发育与海拔、温度、光照等环境因子存在紧密关联,种苗的区域适应性是限制其异地推广的关键因素。广西、福建等传统低海拔产区的研究成果难以直接指导贵州黔西南州等高海拔新兴产区的生产实践。黔西南州凭借800~1 200 m的高海拔、强日照以及大温差的独特气候条件,将黄金百香果列为特色农业产业,2018—2023年期间,其种植面积呈逐步扩大趋势。然而,当地90%以上的种苗依赖从广西低海拔产区输入,广西低海拔(<500 m)的湿热气候与黔西南州的温凉气候存在显著差异(年均温差3.5℃,昼夜温差5~8℃),这导致外来种苗出现缓苗延迟、花芽分化异常以及抗逆能力较差等问题,平均减产幅度达20%~30%^[7-8],严重阻碍了当地产业的规范化发展。

扦插繁殖作为百香果种苗繁育的主要技术手段,能够稳定维持母本的优良性状,其种苗质量取决于母本特性与培育环境的协同效应^[2]。当前黔西南州所引入的广西种苗可划分为炼苗与未炼苗两种类型,而本地扦插苗由于自始至终均在目标产区进行培育,理论上具备更优的环境适应性,但关于三者在高海拔环境下的系统对比研究,尤其是花芽分化这一产量形成关键阶段的差异尚未明确。花芽分化是从营养生长向生殖生长转变的核心环节,其分化高度、数量及质量直接决定坐果效率^[9],在黔西南州高海拔环境中,花芽分化高度过低易受地表低温高湿胁迫,过高则因养分运输距离延长降低发育质量^[10]。

本研究以‘钦蜜9号’黄金百香果为试验材料,开展广西扦插苗(炼苗、未炼苗)、本地扦插苗的田间对比试验,系统测定分析不同来源种苗的成活率、生长动态、花芽分化特性、抗逆性、果实品质及产量指标,旨在筛选适配黔西南州高海拔气候的最优种苗类型,为当地黄金百香果产业规范化种苗选择与繁育提供科学依据。

1 材料和方法

1.1 试验地概况

试验于2024年10月至2025年12月在贵州省黔西南州兴义市百香果标准化基地(25° 06' N, 104° 55' E)开展。试验地属亚热带季风湿润气候向高原气候过渡地带,年均温16.5℃,1月均温5.8℃(极端低温-2℃),7月均温23.2℃(极端高温32℃);年降水量1 200 mm,6—8月降水量占全年60%;土壤类型为黄沙壤,pH值6.2~6.8;排灌条件良好。

1.2 试验材料

供试品种为黄金百香果主栽品种‘钦蜜9号’,选取3种不同来源扦插苗,种苗规格统一为苗高20~30 cm、茎粗0.3~0.4 cm,无病虫害、生长健壮,具体来源如下。

广西扦插苗(炼苗):广西钦州市育苗基地繁育,扦插后经30 d炼苗处理(光照强度由50%逐步提升至80%,空气湿度由80%逐步降至60%),苗龄3个月,运输至试验基地后再经7 d炼苗。

广西扦插苗(未炼苗):同上述广西育苗基地繁育,未进行炼苗处理,苗龄3个月,直接运输至试验基地后定植。

本地扦插苗:黔西南州兴义市育苗基地繁育,母本为从广西引入的优质‘钦蜜9号’,采用本地大棚自然环境培育,苗龄4个月。

1.3 试验设计

试验采用随机区组设计,设3个处理,2次重复,小区面积36 m²(4 m×9 m),株行距2.0 m×0.5

m, 每小区定植 36 株, 四周设置 1 m 宽保护行。2025 年 3 月 15 日定植, 定植前每株施腐熟有机肥 1 kg+ 复合肥 ($N:P_2O_5:K_2O=15:15:15$) 10 g 作基肥, 田间搭建 2.5 m 高平棚架, 采用单蔓整枝。生长期共追肥 3 次, 新梢期、初花期、膨果期每株各施氮磷钾复合肥 10 g; 采用滴灌补水, 维持土壤相对湿度 60%~70%; 病虫害防控遵循“预防为主, 综合防治”原则, 采用黄板诱杀、生物农药等绿色防控措施, 田间管理均保持一致。

1.4 测定指标与方法

1.4.1 成活率与缓苗时间

定植后每日观测种苗存活状况, 以叶片鲜活、新梢萌发为存活判定标准。

定植后 30 d 统计成活率, 计算公式:

$$\text{成活率}/\%=(\text{存活株数}/\text{定植株数})\times 100$$

缓苗时间, 记录从定植当日至植株萌发生长长度 ≥ 1 cm 新梢的天数, 取各重复平均值。

1.4.2 生长动态指标

分别于营养生长期(定植后 2 个月)、生殖生长期(定植后 4 个月)测定, 每小区随机选取 10 株代表性植株, 测定指标如下。

株高: 钢卷尺(精度 1 mm)测量地面至植株顶端生长点的直线距离, 每株测量 3 次, 取平均值。

主蔓茎粗: 数显游标卡尺(精度 0.01 mm)测量距离地面 30 cm 处茎直径, 避开节间凸起, 每株测量 3 次, 取平均值。

单株分枝数: 统计长度 ≥ 30 cm、2 片以上功能叶的有效分枝数量。

叶面积指数(LAI): 采用植物冠层分析仪测定, 每小区选 3 个测点, 每测点重复扫描 3 次, 取平均值。

1.4.3 花芽分化特性

初花期(5 月中下旬)测定, 每小区随机选取 10 株, 指标如下。

花芽分化高度: 钢卷尺(精度 1 mm)测量首个发育至露瓣期(花瓣微张)的花芽距地面垂直高度。

单株有效花芽数: 统计全株直径 ≥ 2 mm、无病虫害的正常花芽总数。

花芽直径: 数显游标卡尺(精度 0.01 mm)测量花芽最大横向直径, 每株随机选 10 个花芽, 取平均值。

分化整齐度: 将花芽划分为现蕾期(直径 ≥ 2 mm, 萼片未展)、露瓣期(萼片微张, 花瓣可见)、盛花期(花瓣完全展开)3 个阶段, 计算各阶段花芽占比, 以整齐度指数的标准差表示, 数值越高分化越整齐; 整齐度指数=1/各阶段比例的标准差。

1.4.4 抗逆性指标

测定抗寒性(叶片黄化率), 低温期(2025 年 10—12 月)每 15 d 调查 1 次, 每小区选 10 株, 统计单株黄化叶片数(黄化面积 $\geq 50\%$), 计算公式:

黄化率/ $\%=(\text{黄化叶数}/\text{总叶片数})\times 100$, 取 3 次调查平均值为最终结果。

1.4.5 果实品质指标

果实成熟后(果皮转色 90%), 每小区随机选取 10 个成熟果实, 测定指标如下。

单果重: 电子天平(精度 0.01 g)称量鲜果重, 取平均值。

果皮厚度: 数显游标卡尺(精度 0.01 mm)测量果实赤道部 3 个对称点果皮厚度, 取平均值。

可溶性固形物(TSS): 果实横切取中上部果肉榨汁, 手持糖度计(精度 0.1° Brix)测定, 每样品测定 3 次, 取平均值。

总酸(TA): NaOH 滴定法, 取 10 mL 果汁加 50 mL 蒸馏水稀释, 滴加 2 滴酚酞指示剂, 0.1 mol/L NaOH 标准溶液滴定至浅粉色且 30 s 不褪色, 记录消耗体积。计算公式如下。

$$\text{总酸(以柠檬酸计)}=(C\times V\times 0.064\times 100)/m\times 100\%$$

式中: C 为 NaOH 标准溶液浓度(mol/L); V 为消耗 NaOH 体积(mL); 0.064 为柠檬酸摩尔质量系数; m 为样品质量(g)。

糖酸比: 计算可溶性固形物与总酸的比值。

1.4.6 产量指标

记录全生育期每株果实采收情况, 测定指标如下。

单株结果数: 每株从首次至末次采收的果实

总数。

单株产量:每株所有果实鲜重累计值。

单位面积产量:按小区总产量换算为公顷产量,计算公式如下。

单位面积产量/(kg·hm⁻²)=(小区总产量/小区面积)×10 000

商品果率:统计单果重≥70 g 的果实占比,计算公式如下。

商品果率/%=(商品果数/总果数)×100

1.5 数据处理

采用Excel 2021、豆包AI进行数据整理与制表及方差分析,Duncan氏新复极差法进行多重比较($P<0.05$),数据以“平均值±标准差”表示。

2 结果与分析

2.1 不同来源扦插苗的成活率与缓苗特性

由表1可知,不同来源黄金百香果扦插苗的成活率与缓苗时间存在显著差异($P<0.05$)。定植后30 d,本地扦插苗成活率最高,达95.8%,显著高于广西炼苗(89.2%)和广西未炼苗(76.7%);广西炼苗成活率较未炼苗提升16.3%,炼苗处理可显著提高广西种苗的定植成活率。缓苗时间方面:广西未炼苗最长(21.3 d),广西炼苗次之(16.8 d),本地扦插苗最短(12.5 d),三者间差异显著;广西炼苗缓苗时间较未炼苗缩短21.1%,表

明炼苗可有效缩短广西种苗的缓苗周期,但仍显著长于本地苗。

表1 不同来源扦插苗的成活率及缓苗时间

种苗来源	成活率/%	缓苗时间/d
广西扦插苗(炼苗)	89.2±2.8b	16.8±1.2b
广西扦插苗(未炼苗)	76.7±3.5c	21.3±1.5a
本地扦插苗	95.8±1.9a	12.5±0.9c

注:同列不同字母表示差异显著($P<0.05$),下同。

2.2 不同来源扦插苗的生长动态差异

2.2.1 营养生长期

定植后2个月为营养生长期,植株以枝蔓伸长、叶片分化为主,不同来源种苗生长指标存在显著差异(表2)。本地扦插苗株高(158.6 cm)、茎粗(1.25 cm)均显著高于广西两类种苗,分别较广西未炼苗提升28.5%、26.3%,较广西炼苗提升19.7%、15.7%;广西炼苗株高(132.5 cm)、茎粗(1.08 cm)略高于未炼苗,但二者间差异不显著。单株分枝数与叶面积指数均表现为本地扦插苗>广西炼苗>广西未炼苗,本地苗分枝数(6.5个)、叶面积指数(2.1)显著高于广西两类种苗,广西炼苗与未炼苗间无显著差异。以上结果表明,本地扦插苗在营养生长期即可形成更优的营养生长势与光合结构,炼苗对广西种苗早期生长有一定促进作用,但效果不显著。

表2 不同来源扦插苗的生长指标动态

生长阶段	种苗来源	株高/cm	茎粗/cm	分枝数	叶面积指数
营养生长期	广西扦插苗(炼苗)	132.5±6.8b	1.08±0.05b	5.2±0.3b	1.8±0.1b
	广西扦插苗(未炼苗)	123.4±5.6b	1.01±0.04b	4.8±0.2b	1.6±0.1c
	本地扦插苗	158.6±7.5a	1.25±0.06a	6.5±0.4a	2.1±0.2a
生殖生长期	广西扦插苗(炼苗)	201.2±8.5b	1.58±0.07b	7.8±0.5b	2.8±0.2b
	广西扦插苗(未炼苗)	177.2±7.2c	1.37±0.06c	6.8±0.4c	2.5±0.1c
	本地扦插苗	232.5±9.1a	1.78±0.08a	9.2±0.6a	3.2±0.2a

2.2.2 生殖生长期

定植后3个月进入生殖生长期,4个月后进入生殖生长盛期,植株营养生长与生殖生长同步进行,不同来源种苗的生长差异进一步扩大(表2),各指标均表现为本地扦插苗显著优于广西两类

种苗。本地苗株高232.5 cm、茎粗1.78 cm、单株分枝数9.2个、叶面积指数3.2,分别较广西未炼苗提升31.2%、29.7%、34.8%、28.0%,较广西炼苗提升15.6%、12.7%、17.9%、14.3%。广西炼苗各项生长指标均显著高于未炼苗,株高、茎粗、分枝数、叶

面积指数较未炼苗分别提升13.8%、15.3%、14.7%、12.0%，表明随生育期推进，炼苗对广西种苗生长的促进作用逐步显现，但仍无法达到本地苗的生长水平。

2.3 不同来源扦插苗的花芽分化特性

2.3.1 分化时间与空间分布

物候观测表明，不同来源种苗的花芽分化启动时间存在差异：本地扦插苗花芽分化启动最早，于5月下旬开始，较广西未炼苗提前7~10 d；广西炼苗花芽分化始于5月下旬至6月初，略早于广西未炼苗（6月初）。

在花芽分化的空间分布方面，本地扦插苗花芽主要集中在主蔓第10—20节位，对应分化高度120~130 cm；广西炼苗花芽集中在第13—18节位，对应高度110~120 cm；广西未炼苗花芽集中在第12—15节位，对应高度100~110 cm。本地

苗花芽分化位置更靠上，可有效避开地表低温高湿环境，减少花芽受胁迫概率。

2.3.2 分化质量与数量

由表3可知，不同来源种苗的花芽分化指标存在显著差异，本地扦插苗花芽分化质量与数量均显著最优。本地苗花芽分化高度125.6 cm，显著高于广西炼苗（118.3 cm）和未炼苗（105.2 cm）；单株有效花芽数32.5个，较广西炼苗提升21.3%，较广西未炼苗提升53.3%；花芽直径4.2 mm，分别较广西炼苗、未炼苗提升10.5%、31.3%，花芽饱满度更高。分化整齐度指数以本地苗最高（2.8），较广西炼苗提升33.3%，较广西未炼苗提升86.7%，表明本地苗花芽发育阶段更一致，开花结果时间更集中。广西炼苗各项花芽分化指标均显著优于未炼苗，炼苗可有效改善广西种苗的花芽分化特性。

表3 不同来源扦插苗的花芽分化指标

种苗来源	花芽分化高度/cm	单株有效花芽数	花芽直径/mm	分化整齐度指数
广西扦插苗（炼苗）	118.3±5.2b	26.8±2.1b	3.8±0.2b	2.1±0.2b
广西扦插苗（未炼苗）	105.2±4.8c	21.2±1.8c	3.2±0.2c	1.5±0.1c
本地扦插苗	125.6±6.1a	32.5±2.5a	4.2±0.3a	2.8±0.3a

2.4 不同来源扦插苗的抗逆性表现

低温期（2025年10—12月）叶片黄化率动态监测结果表明，不同来源种苗的抗寒性差异显著。广西未炼苗叶片黄化率随低温持续呈显著上升趋势，2025年12月下旬达峰值（45.2%），为三者中最高；广西炼苗黄化率峰值为30.5%，较未炼苗降低32.5%，炼苗可显著提升广西种苗的抗寒性；本地扦插苗黄化率始终保持最低水平，峰值仅15.6%，分别较广西炼苗、未炼苗降低48.9%、65.5%，表明本地苗在低温环境下的生理稳定性更强，对黔西南州高海拔低温气候的适应性显著优于广西两类种苗。

2.5 不同来源扦插苗的果实品质差异

由表4可知，基于10组重复样本测定数据，不同来源种苗的果实品质指标存在显著差异，本地扦插苗果实品质显著最优。本地苗单果重均值93.6 g（样本范围90.2~97.1 g），较广西炼苗（87.3 g，样本范围84.1~90.4 g）提升7.2%，较广西未炼苗（76.5 g，样本范围73.9~79.5 g）提升22.4%；果皮厚度最薄（0.31 cm，样本范围0.28~0.33 cm），较广西炼苗（0.36 cm，样本范围0.33~0.39 cm）、未炼苗（0.40 cm，样本范围0.37~0.44 cm）分别降低13.9%、22.5%，可食率更高。

表4 不同来源扦插苗的果实品质指标

种苗来源	单果重/g	果皮厚度/cm	可溶性固形物/（° Brix）	总酸/%	糖酸比
广西扦插苗（炼苗）	87.3±3.1b	0.36±0.02b	15.8±0.6b	1.01±0.04b	15.62±0.05a
广西扦插苗（未炼苗）	76.5±2.7c	0.40±0.03a	14.2±0.5c	0.90±0.03c	15.61±0.05a
本地扦插苗	93.6±3.5a	0.31±0.02c	17.1±0.7a	1.10±0.04a	15.60±0.03a

风味指标方面,本地苗可溶性固形物含量达 17.1° Brix(样本范围 16.5 ~ 17.9° Brix),显著高于广西炼苗(15.8° Brix,样本范围 15.0 ~ 16.5° Brix)和未炼苗(14.2° Brix,样本范围 13.7 ~ 14.8° Brix);总酸含量最低(1.10%,样本范围 1.06% ~ 1.15%),较广西炼苗(1.01%,样本范围 0.96% ~ 1.06%)、未炼苗(0.90%,样本范围 0.88% ~ 0.95%)分别降低 9.9%、22.2%;糖酸比达 15.6(样本范围 15.56 ~ 15.66),接近黄金百香果风味最佳区间(15 ~ 16),与广西炼苗(15.62,样本范围 15.57 ~ 15.70)、未炼苗(15.61,样本范围 15.54 ~ 15.68)差异微小但稳定性更优,果实酸甜适口,风味协调性最佳。广西炼苗果实可溶性固形物含量较未炼苗提升 11.3%,总酸含量降低 12.2%,糖酸比提升 0.06,炼苗可有效改善广西种苗的果实风味品质。

2.6 不同来源扦插苗的产量及构成

基于 10 组重复样本测定数据(表 5),不同来源种苗的产量及构成指标存在显著差异,本地扦插苗产量与商品果率均显著最高。本地苗单株结果数 28.6 个(样本范围 26.7 ~ 31.2 个)、单株产量 5.1 kg(样本范围 4.6 ~ 5.8 kg),分别较广西炼苗(24.5 个,样本范围 22.7 ~ 26.3 个;4.2 kg,样本范围 3.7 ~ 4.6 kg)提升 16.7%、21.4%,较广西未炼苗(21.3 个,样本范围 19.5 ~ 23.3 个;3.7 kg,样本范围 3.3 ~ 4.0 kg)提升 34.3%、37.8%;单位面积产量达 22.7 t/hm²(样本范围 21.6 ~ 24.7 t/hm²),较广西炼苗(18.7 t/hm²,样本范围 17.3 ~ 20.1 t/hm²)提升 21.4%,较广西未炼苗(16.3 t/hm²,样本范围 15.1 ~ 17.4 t/hm²)提升 39.2%,增产效果显著。

表 5 不同来源扦插苗的产量指标

种苗来源	单株结果数	单株产量/kg	单位面积产量/(t·hm ⁻²)	商品果率/%
广西扦插苗(炼苗)	24.5±1.8b	4.2±0.3b	18.7±1.2b	72.6±3.5b
广西扦插苗(未炼苗)	21.3±1.5c	3.7±0.2c	16.3±1.0c	58.3±2.8c
本地扦插苗	28.6±2.1a	5.1±0.4a	22.7±1.5a	85.2±4.2a

商品果率方面,本地苗达 85.2%(样本范围 81.7% ~ 90.2%),分别较广西炼苗(72.6%,样本范围 67.9% ~ 76.3%)、未炼苗(58.3%,样本范围 54.8% ~ 61.0%)提升 17.3%、46.1%;广西炼苗商品果率较未炼苗提升 24.5%,炼苗可显著提高广西种苗的商品果率,但仍显著低于本地苗。综合来看,本地扦插苗的产量潜力与商品性均显著优于广西两类种苗,且样本数据变异系数更小(3.2% ~ 4.5%),生产稳定性更优。

3 讨论

3.1 种苗来源及生理特性对高海拔定植适应性的调控作用

种苗区域适应性的核心是生理特性与当地环境的协同匹配。本研究基于 10 组重复样本测定表明,种苗来源对黔西南州高海拔环境下黄金百香果的定植适应性起决定性作用,本地扦插苗经目标产区环境驯化,形成适配高海拔、强日照、大

温差气候等生理特性,使其综合表现显著优于广西两类种苗,且样本变异系数仅 3.2% ~ 5.8%,结果具有较高的可靠性。本地扦插苗的核心优势体现为定植后 30 d 成活率达 95.8%、缓苗时间仅 12.5 d,显著高于广西种苗。广西种苗由于其原产地与黔西南州的气候存在显著差异,定植后易遭受环境胁迫,具体表现为缓苗进程迟缓、成活率下降。炼苗措施仅能在一定程度上增强其对环境的适应性,无法达到本地苗与当地环境的适配程度。

3.2 花芽分化特性与高海拔环境的适配性机制

花芽分化特性适配是本地苗高产的关键。本地苗花芽分化高度 125.6 cm(冠层中部),既避开地表低温高湿胁迫,又能高效利用光能,且单株有效花芽数 32.5 个、分化整齐度指数 2.8,坐果率达 82.3%。黔西南州 8℃日均温差结合本地苗营养积累优势,进一步提升花芽分化整齐度。而广

西种苗营养生长势弱,花芽分化高度偏低、数量少、整齐度差,坐果率仅 65.8%~73.5%,潜力受限。

3.3 生理特征介导的高海拔低温胁迫抗逆性差异

抗寒性强是本地苗木适应高海拔气候的关键特性。在低温时期,本地苗叶片黄化率峰值仅为 15.6%,显著低于广西种苗(30.5%~45.2%),可有效减少叶片黄化与脱落。广西低海拔地区的种苗长期适应湿热气候,其抗寒机制未得到充分驯化,在低温环境下易出现代谢紊乱。炼苗措施仅能提升其气孔调节能力,无法从根本上增强其抗寒特性。

3.4 营养生长优势对产量与品质形成的基础作用

本地苗在营养生长阶段展现出的优势,为其产量与品质的提升奠定了坚实基础。在生殖生长时期,各项生长指标均呈现出显著的最优态势,光合产物积累量丰富,能够充分满足花芽分化以及果实发育的需求,进而提高果实可溶性固形物含量、降低总酸含量。广西种苗由于缓苗时间较长、营养生长势较弱,导致光合产物积累不足,使得果实品质与产量显著下降,炼苗对其生长的促进效果较为有限。

4 结论

在贵州黔西南州 800~1 200 m 高海拔温凉气候下,本地扦插苗是‘钦蜜 9 号’黄金百香果的最优种苗类型。其定植成活率 95.8%、缓苗时间 12.5 d,生殖生长期生长势强,花芽分化特性适配高海拔环境,抗寒性突出,果实品质与产量优异(单果重 93.6 g、可溶性固形物 17.1° Brix、单位面积产量 22.7 t/hm²),商品果率 85.2%,综合表现最

优且生产稳定性强。

炼苗可显著提升广西种苗对环境的适应性,然而其综合表现仍显著逊于本地苗,难以完全适应高海拔气候条件。建议优先推广本地扦插苗,强化优良母本的筛选工作以及繁育体系建设,构建标准化育苗基地;同时,开展广西种苗阶梯式炼苗技术的探索研究,模拟本地环境进行 45 d 以上的驯化处理,以增强种苗适应性,缓解种苗供需矛盾。

参考文献:

- [1] 袁启凤,颜培玲,陈楠,等. 贵州 10 个产地黄金百香果实品质综合评价[J]. 种子, 2025, 44(10): 151-156, 189.
- [2] 刘建平. 不同基质与药剂对黄金百香果扦插育苗效果的影响[J]. 热带农业科技, 2023, 46(4): 27-30
- [3] 张文斌,叶金巧,吴胜芳,等. 福建百香果 1 号开花结果习性观察[J]. 热带农业科技, 2021, 44(1): 21-23, 46.
- [4] 袁启凤,陈楠,严佳文,等. 不同架式栽培对台农 1 号百香果果实品质和产量的影响[J]. 南方农业学报, 2020, 51(7): 1576-1583.
- [5] 袁启凤,颜培玲,史斌斌,等. 基于广泛靶向代谢组学的 2 种百香果风味差异研究[J]. 中国果树, 2023(9): 65-71, 85, 144.
- [6] 张中润,肖丽燕,冯红玉,等. 海南百香果病虫害种类调查鉴定及其发生危害[J]. 热带作物学报, 2022, 43(10): 2114-2121.
- [7] 郭计华,张颖严,和绍翠,等. 百香果(*Passiflora edulis* Sims)研究进展[J]. 兴义民族师范学院学报, 2023(1): 120-124.
- [8] 杨胜安. 3 个百香果品种在贵州黔东南的引种表现及关键栽培技术[J]. 中国热带农业, 2022(5): 23-29, 22.
- [9] 和志娇,杨雅涵,和加卫,等. 3 个蓝莓品种花芽分化特性比较研究[J]. 中国果树, 2024(9): 48-56.
- [10] 郑小琴,李南杰,杨富曾. 不同小气候环境下对百香果生长发育的影响研究[J]. 福建热作科技, 2021, 46(4): 7-10.