

金花茶优良砧穗组合初选及嫁接亲和力研究

韦晓娟, 伍思宇, 张 幸, 梁晓静, 蓝金宣, 杨卓颖

广西壮族自治区林业科学研究院/广西特色经济林培育与利用重点实验室, 广西南宁 530002

摘 要: 本研究采用 7 种不同山茶属植物作为砧木, 与 4 种不同金花茶接穗, 组成 28 个组合, 进行砧穗组合筛选及嫁接亲和力研究, 开展嫁接成活率、保存率、嫁接苗生长性状等嫁接试验指标测定分析, 调查嫁接苗移栽 18 个月后的生长状况, 评价嫁接口砧、穗可溶性糖含量与嫁接亲和性关系。结果表明: 博白大果油茶与罗斯曼金花茶、中东金花茶接穗的嫁接成活率及存活率均达到 90% 以上, 与普通金花茶接穗的嫁接成活率和存活率均达到 80% 以上, 是嫁接亲和力最好的砧木; 茶花黑牡丹仅与罗斯曼金花茶的嫁接苗有 6.67% 的保存率, 与其他 3 种接穗保存率均为 0, 作为砧木亲和力最差。中东金花茶和罗斯曼金花茶 2 种接穗与不同砧木嫁接亲和性较好, 中东金花茶与广宁红花油茶、多毛金花茶、黑牡丹、博白大果油茶嫁接成活率均达到 90% 以上, 罗斯曼金花茶与博白大果油茶、越南抱茎茶嫁接成活率达到 90% 以上, 与广宁红花油茶、宛田红花油茶嫁接成活率达到 80% 以上。嫁接亲和力与砧穗的可溶性糖含量有关, 砧穗糖含量越接近, 比值越接近 1, 嫁接成活率就越高。利用主成分分析法开展嫁接亲和力综合评价, 根据得分值筛选出 5 个优良组合, 分别为: 博白大果油茶/中东金花茶、多毛金花茶/中东金花茶、越南抱茎茶/罗斯曼金花茶、博白大果油茶/罗斯曼金花茶、博白大果油茶/普通金花茶。

关键词: 金花茶; 砧穗组合; 嫁接; 亲和力; 筛选

中图分类号: S571.1 文献标识码: A

Primary Selection of Excellent Rootstock-spike Combination and Grafting Affinity of *Camellia chrysantha*

WEI Xiaojuan, WU Siyu, ZHANG Xing, LIANG Xiaojing, LAN Jinxuan, YANG Zhuoying

Guangxi Forestry Research Institute / Guangxi Key Laboratory for Cultivation and Utilization of Special Non-timber Forest Crops, Nanning, Guangxi 530002, China

Abstract: In this experiment, seven different camellia plants were used as rootstocks and four different camellia scions to form 28 combinations, to screen the stocks-scion combination and study the grafting affinity, and to measure and analyze grafting experiment indicator that is the survival rate, preservation rate and growth traits of grafted seedlings, to investigate the growth status of grafted seedlings after 18 months. The relationship between grafting anvil, soluble sugar content and graft compatibility was evaluated. The result showed that the grafted survival rate and preservation rate of *Camellia gigantocarpa* Hu grafted with *C. rosmannii* and *C. achrysantha* scion were more than 90%, and the grafting survival rate and survival rate of scions reached more than 80% when *C. gigantocarpa* Hu grafted with *C. chrysantha*, it is proved that *C. gigantocarpa* Hu is the best rootstock for grafting affinity. The grafting seedlings of *C. japonica* Heimudan and *C. rosmannii* had a preservation rate was 6.67%, the preservation rate of *C. japonica* Heimudan and other 3 kinds of scion was 0, it is proved that *C. japonica* Heimudan had the worst affinity as rootstock. The scions of *C. achrysantha* and *C. rosmannii* had better affinity with different rootstocks. The grafting survival reached more than 90% when *C. achrysantha* was grafted with *C. semiserrata*, *C. hirsuta*, *C. japonica* Heimudan, *C. gigantocarpa*. The grafting survival reached more than 90% when *C. rosmannii* grafted with *C. gigantocarpa* and *C. amplexicaulis*. The grafting survival reached more than 80% when *C. rosmannii* grafted with *C. semiserrata* and *C. polyodonta*. Grafting affinity is

收稿日期 2022-07-05; 修回日期 2022-09-09

基金项目 广西科技重大专项资助项目(桂科 AA20302021-3); 广西重点研发计划资助项目(桂科 AB23026090)。

作者简介 韦晓娟(1972—), 女, 学士, 正高级工程师, 研究方向: 观赏山茶、金花茶等特色经济林繁殖栽培与育种。E-mail: weixjuan@126.com。

related to the soluble sugar content of stocks-scion. Closer sugar content of stocks-scion leads to the ratio is closer 1 and the higher grafting survival rate will be. *C. gigantocarpa/C. achrysantha*, *C. hirsuta/C. achrysantha*, *C. amplexicaulis/C. rosmannii*, *C. gigantocarpa/C. rosmannii*, *C. gigantocarpa/C. chrysantha* were found to be the excellent combinations by principal component analysis.

Keywords: *Camellia chrysantha*; stocks-scion combination; graft; affinity; screen

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2023.07.016

金花茶 (*Camellia chrysantha*)^[1]是世界珍贵、稀有的观赏植物和山茶黄色基因资源, 具有极高的观赏和产品加工价值, 广大山茶爱好者和科研工作者在苗木快繁方面进行了大量研究。随着金花茶产业的发展, 苗木繁育作为产业发展的关键环节之一, 其中嫁接繁殖已成为金花茶无性快繁最主要手段之一, 然而, 在实际的生产应用中发现, 成活后的金花茶嫁接苗仍然有相当一部分会出现生长缓慢, 生长周期长、病虫害现象明显、投产晚等滞后现象, 这就是常说的“嫁接不亲和”或者说是“后期不亲和^[2]”现象, 因此, 筛选出嫁接亲和力^[3]高的优良砧穗组合繁育出高质量的嫁接苗应用于实际生产栽培中, 仍然是解决生长缓慢、生长周期长、提早投产等问题的最有效途径之一。

嫁接亲和力是指砧木和接穗在嫁接后能正常愈合、生长和开花结果的能力^[3], 目前关于嫁接亲和力的研究已形成普遍共识, 即“嫁接成活率高的砧穗组合一定是亲和的, 嫁接苗的田间生长状况 (包括保存率、抽梢率、新梢长、新梢粗等) 均是反应嫁接亲和力的主要外部因子^[2-11]”。而随着研究的深入, 各国学者对嫁接亲和力的研究已逐渐扩展至生物化学及生理学^[9-14]等方面的探讨, 认为亲和力还主要取决于砧木与接穗双方生理作用的相似程度, 即二者必须有水分、养分及同化物、异化物质的相似和量的相当, 其嫁接亲和力就越强, 其中石雪晖等^[9]、杨瑞^[10]、苗丽^[11]开展对接穗与砧木叶片、嫁接口砧、穗部位糖含量研究发现, 嫁接成活率与砧、穗可溶性糖含量差值呈显著负相关, 二者糖含量越接近, 差值越小, 比值越接近 1, 嫁接成活率就越高。

关于金花茶嫁接繁殖及砧木亲和力试验, 相关科技人员已开展了一些前期研究, 如马锦林等^[4]、包志毅等^[7]、张乃燕等^[8]的研究, 但是他们所采用的砧木品种大多仅是普通油茶一种, 或是采用普通油茶、香花油茶、博白大果油茶、宛田红花油

茶中的 1~3 种, 砧木品种类型单一而且未开展可溶性糖等生理指标与嫁接亲和相关性的研究, 所获得的研究结论缺乏全面性和系统性。本研究以 7 种不同山茶属植物为砧木, 以中国和越南 4 种有代表性的金花茶品种为接穗, 开展不同砧穗组合嫁接试验, 砧木品种不仅采用了常用油茶物种博白大果油茶、陆川油茶、广宁红花油茶、宛田红花油茶等, 还启用了茶花黑牡丹、越南抱茎茶、越南多毛金花茶等观赏山茶砧木新类型, 砧木类型丰富而全面。同时, 本研究采用的 4 种金花茶接穗既有本地常见代表性品种 (普通金花茶、中东金花茶), 又有越南典型品种 (罗斯曼金花茶、箱田金花茶), 试验不仅进行了嫁接成活率、保存率、生长性状等常规指标的测定, 还追踪了嫁接苗移栽 18 个月以后的生长状况, 并开展了金花茶嫁接繁殖接口的砧、穗可溶性糖含量与嫁接成活率关系的研究, 因此本研究开展的优良砧穗组合筛选和嫁接亲和力研究具有较高的代表性和系统性, 为今后开展金花茶嫁接繁殖、优良砧穗组合筛选及嫁接亲和力鉴定提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 材料

试验在广西林业科学研究院油茶种质资源库山茶苗木培育基地进行。所有参试的砧木品种及金花茶接穗均采自广西林科院山茶繁殖圃。砧木为 7 种不同山茶属植物的扦插苗, 基径粗 0.5~0.8 cm 之间, 苗龄一致。接穗品种为 4 种不同金花茶植物, 采集金花茶母树树冠外围中上部饱满的一年生充分木质化或半年生半木质化枝条作为接穗。

1.2 方法

(1) 2020 年 5 月上旬, 以 7 种砧木与 4 种金花茶接穗两两组合, 共组成 28 个砧穗嫁接组合 (表 1)。采用完全随机设计, 每个嫁接组合为一个处理, 每处理 30 株为一小区, 采用劈接法进

行嫁接，每个组合嫁接 30 株，3 次重复。

(2) 嫁接 3 个月(2020 年 8 月上旬)调查 28 个组合的嫁接成活率和保存率，按成活率、保存率 2 项指标均达到 60%以上进行优良砧穗组合初选，同时对初选的嫁接苗开展抽梢率、新梢长、新梢粗、叶片数量的调查，使用植物叶绿素含量试剂盒测定叶绿素 a (Chla)、叶绿素 b (Chlb) 和总叶绿素 (Chl)，从嫁接接点上方 3 cm 的接穗部分和嫁接接点下方 3 cm 的砧木部分分别采集样品各 2 g，分别使用葡萄糖、蔗糖含量试剂盒(均为苏州科铭生物技术有限公司生产)测定嫁接苗的葡萄糖、蔗糖含量，使用植物淀粉含量试剂盒 (solarbio, BC0705) 测定嫁接苗的淀粉含量。

(3) 2020 年 11 月底，将初选的嫁接苗移栽到袋口直径 18 cm、高 20 cm 的无纺布育苗袋里，栽培基质均为黄心土混 10%的泥炭土及 5%的钙镁磷肥，充分拌匀使用，每个组合各取 30 株，摆放在离地约 2.9 m 的遮荫棚下，透光度 50%~60%，进行相同的日常管护。移栽 18 个月后调查嫁接苗的株高、地径、冠幅、叶片数量。

1.3 数据处理

数据采用 Excel 2007 和 SPSS 17.0 软件对试验数据进行统计处理、方差分析、LSD 多重比较和主成分分析。对嫁接苗的成活率、保存率、抽梢率等 12 个与嫁接亲和力相关的指标数据作标准化处理，进行主成分分析、综合评分及排序^[15]。

2 结果与分析

2.1 28 个砧穗组合的嫁接成活率、保存率比较

由表 1 可知，嫁接 3 个月后，广宁红花油茶/中东金花茶、多毛金花茶/中东金花茶、黑牡丹/中东金花茶、博白大果油茶/罗斯曼金花茶、博白大果油茶/中东金花茶、越南抱茎茶/罗斯曼金花茶等 6 个组合的嫁接成活率均超过 90%，广宁红花油茶/罗斯曼金花茶、宛田红花油茶/罗斯曼金花茶、博白大果油茶/普通金花茶等 3 个组合的嫁接成活率分别达到 80%、80%和 86.67%，多毛金花茶/普通金花茶、多毛金花茶/罗斯曼金花茶、越南抱茎茶/中东金花茶、陆川油茶/箱田金花茶等 4 个组合的嫁接成活率在 63%~75%之间，其他 15 个组合成活率较低，均在 46.67%以下，其中黑牡丹/箱田金花茶嫁接成活率为零。

嫁接 3 个月后，博白大果油茶/罗斯曼金花茶、博白大果油茶/中东金花茶 2 个组合的保存率均超过 90%，博白大果油茶/普通金花茶、越南抱茎茶/罗斯曼金花茶 2 个组合的保存率分别达到 83.33% 和 86.36%，多毛金花茶/普通金花茶、多毛金花茶/罗斯曼金花茶、多毛金花茶/中东金花茶、越南抱茎茶/中东金花茶、陆川油茶/箱田金花茶等 5 个组合的保存率也分别达到 60%~67.78%之间，其他 19 个组合保存率均较低，均在 46.57%以下，其中广宁红花油茶/普通金花茶、广宁红花油茶/罗斯曼金花茶等 5 个组合保存率为零。

表 1 7 种砧木与 4 种接穗嫁接成活率及保存率比较

Tab. 1 Comparison of grafting survival rate and preservation rate of seven rootstocks and four scions

砧木 Rootstock	成活率 Survival rate/%				保存率 Preservation rate/%			
	普通金花茶	箱田金花茶	罗斯曼金花茶	中东金花茶	普通金花茶	箱田金花茶	罗斯曼金花茶	中东金花茶
广宁红花油茶	13.31±3.22 ^d	33.30±5.00 ^b	80.00±0.00 ^{ab}	94.45±3.06 ^a	0.00±0.00 ^d	13.33±3.51 ^{cd}	0.00±0.00 ^e	20.00±2.00 ^c
宛田红花油茶	26.67±11.72 ^{cd}	40.05±10.00 ^b	80.00±0.00 ^{ab}	46.67±11.55 ^b	6.67±6.11 ^d	21.13±2.08 ^c	25.27±6.51 ^d	6.67±7.02 ^d
多毛金花茶	63.00±2.00 ^b	26.45±15.28 ^b	74.15±5.29 ^b	96.33±4.73 ^a	60.00±0.00 ^b	26.50±12.66 ^c	67.78±11.24 ^b	65.56±6.03 ^b
茶花黑牡丹	12.91±2.00 ^d	0.00±0.00 ^c	26.45±15.18 ^d	91.67±10.41 ^a	0.00±0.00 ^d	0.00±0.00 ^d	6.67±5.86 ^e	0.00±0.00 ^d
博白大果油茶	86.67±5.77 ^a	40.00±10.00 ^b	95.50±5.51 ^a	97.78±2.52 ^a	83.33±7.77 ^a	46.57±10.26 ^b	93.33±7.64 ^a	96.15±4.04 ^a
越南抱茎茶	33.50±8.08 ^c	26.67±4.16 ^b	93.33±7.64 ^{ab}	75.00±5.00 ^a	27.25±6.81 ^c	23.50±11.55 ^c	86.36±9.29 ^a	66.67±15.28 ^b
陆川油茶	33.87±5.86 ^c	73.35±10.69 ^a	43.00±2.00 ^c	25.17±17.62 ^c	33.33±7.64 ^c	65.21±14.50 ^a	40.30±5.69 ^c	26.45±6.81 ^c

注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference ($P<0.05$).

2.2 优良组合初选

根据以上“1.2(1)”和“1.2(2)”试验设计及要求“成活率和保存率 2 项指标均达到 60%以上”的初选标准，初选出符合要求的组合 9 个，

依次用序号 1~9 表示(表 2)。组合 1、2、3、5 成活率较高，均达 90%以上，其次是组合 4，成活率 86.67%，组合 1、2 保存率最高，均达 90%以上，其次是组合 3 和 4，保存率分别达到了

表 2 初选的 9 个优良组合

Tab. 2 Nine excellent combination of primary election

序号 No.	砧穗组合 Stocks-scion combination	成活率 Survival rate/%	保存率 Preservation rate/%
1	博白大果油茶/罗斯曼金花茶	95.50±5.51 ^a	93.33±7.64 ^a
2	博白大果油茶/中东金花茶	97.78±2.52 ^a	96.15±4.04 ^a
3	越南抱茎茶/罗斯曼金花茶	93.33±7.64 ^a	86.36±9.29 ^{ab}
4	博白大果油茶/普通金花茶	86.67±5.77 ^{ab}	83.33±7.77 ^{abc}
5	多毛金花茶/中东金花茶	96.33±4.73 ^a	65.56±6.03 ^{bc}
6	多毛金花茶/罗斯曼金花茶	74.15±5.29 ^{bc}	67.78±11.24 ^{bc}
7	越南抱茎茶/中东金花茶	75.00±5.00 ^{bc}	66.67±15.28 ^{bc}
8	陆川油茶/箱田金花茶	73.35±10.69 ^{bc}	65.21±14.50 ^{bc}
9	多毛金花茶/普通金花茶	63.00±2.00 ^c	60.00±0.00 ^c

注: 同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference ($P<0.05$).

86.36%和 83.33%。

2.3 初选 9 个组合嫁接苗田间生长情况

从表 3 可看出, 嫁接 3 个月后, 组合 3 抽梢

率最大, 达到 100%, 其次是组合 2、5、6、7、9 抽梢率达 80%以上。组合 1、9 新梢长和新梢粗较大, 新梢长分别为 10.82 cm 和 10.40 cm, 新梢粗分别为 3.01 mm、2.75 mm, 二者无显著性差异。除组合 8 外, 其他组合叶片数量均无显著差异。综合分析表明, 组合 1~3 各项生长指标表现较好, 而组合 8 的抽梢率 (30%)、新梢长 (1.54 cm)、新梢粗 (1.34 mm)、叶片数量 (1.20 片) 均最小, 各项田间生长指标均显著低于其他组合。

移栽 18 个月后, 组合 2 和组合 5 的株高、地径、冠幅和叶片数量较大, 组合 1~5 的株高均达 40 cm 以上, 地径达 8.0 mm 以上, 冠幅达 0.4 m 以上, 显著高于组合 6~9。组合 1~7 叶片数量较多, 均达 23 片以上, 组合 8 和组合 9 叶片数量较少, 分别为 18.20 片和 16.40 片。表明组合 1~5 显著促进了嫁接苗的生长, 而组合 6~9 的株高、地径、冠幅均显著低于组合 1~5, 表明嫁接苗的生长受到抑制。

表 3 9 个组合嫁接苗不同时期田间生长状况

Tab. 3 Field growth status of nine combined grafted seedlings in the different periods

组合序号 Combination No.	嫁接 3 个月 Grafted seedlings after three months				嫁接苗移栽 18 个月 Grafted seedling transplanting after 18 months			
	抽梢率 Shooting rate/%	新梢长 Length of new branch/cm	新梢粗 Diameter of new branch/mm	叶片数 Number of leaves	株高 Plant height/cm	地径 Ground diameter/mm	冠幅 Breadth/m	叶片数 Number of leaves
1	73.33±5.77 ^d	10.82±3.03 ^a	3.01±0.71 ^a	4.20±1.09 ^{ab}	44.36±5.12 ^a	8.05±2.32 ^a	0.45±0.03 ^{ab}	24.20±5.91 ^{ab}
2	86.67±8.96 ^{bc}	3.58±1.80 ^{bcd}	1.64±0.32 ^{bc}	7.40±1.14 ^a	45.25±6.34 ^a	8.15±3.24 ^a	0.58±0.06 ^a	29.40±7.01 ^a
3	100.00±0.00 ^a	7.10±2.19 ^b	2.13±0.16 ^{ab}	5.20±2.17 ^a	43.49±4.88 ^a	8.00±4.65 ^a	0.48±0.07 ^{ab}	24.20±4.83 ^{ab}
4	76.92±4.73 ^{cd}	4.98±2.74 ^{bcd}	2.47±0.59 ^{ab}	3.40±2.07 ^{ab}	43.37±3.05 ^a	8.06±3.61 ^a	0.48±0.10 ^{ab}	23.40±3.65 ^{ab}
5	90.00±0.00 ^{ab}	5.16±0.87 ^{bcd}	1.71±0.20 ^{bc}	7.40±3.65 ^a	44.53±5.41 ^a	8.09±5.06 ^a	0.53±0.13 ^a	28.40±4.21 ^a
6	90.00±3.00 ^{ab}	6.28±1.97 ^{bc}	2.62±0.31 ^{ab}	5.80±3.03 ^a	36.15±7.35 ^b	7.79±2.12 ^b	0.32±0.02 ^b	25.80±6.15 ^{ab}
7	80.00±1.00 ^{bcd}	3.06±0.44 ^{cd}	1.38±0.21 ^c	6.00±1.58 ^a	30.45±8.13 ^{bc}	7.23±1.19 ^b	0.28±0.03 ^c	26.00±3.18 ^{ab}
8	30.00±5.00 ^e	1.54±1.89 ^d	1.34±1.28 ^c	1.20±1.09 ^b	26.71±16.45 ^{cd}	6.15±1.68 ^c	0.25±0.07 ^c	18.20±2.61 ^b
9	88.89±6.56 ^{ab}	10.40±1.63 ^a	2.75±0.74 ^{ab}	6.40±2.61 ^a	29.01±18.12 ^c	7.85±1.17 ^b	0.30±0.03 ^{bc}	16.40±3.11 ^b

注: 同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference ($P<0.05$).

2.4 初选 9 个组合嫁接苗叶绿素、糖含量分析

叶绿素含量高低是反映植物光合能力的重要指标, 叶绿素含量越高, 植物光能利用率越高, 光合作用能力越强, 营养物质的积累越多^[14]。由表 4 可知, 叶绿素 a 含量均显著高于叶绿素 b, 叶绿素 a (Chla) 含量是叶绿素 b (Chlb) 的 1~3 倍以上, 组合 5、9 的总叶绿素 (Chl) 含量较高, 分别为 0.85、0.82 mg/g, 其次是组合 8 和组合 4, 分别为 0.65、0.63 mg/g。

组合 7 和组合 8 嫁接口接穗与砧木葡萄糖比值最接近 1, 分别为 0.99 和 0.97, 其次是组合 1、

组合 2、组合 5, 分别为 1.28、1.26、1.21。组合 2 蔗糖比值最接近 1, 为 1.06, 其次是组合 5 和组合 8, 分别为 0.85 和 0.88。组合 2 和组合 7 淀粉比值最接近 1, 分别为 0.98 和 0.99, 其次是组合 5、组合 8 和组合 9, 分别为 1.15、1.11、0.93。综合比较表明, 嫁接口接穗与砧木 3 种可溶性糖含量比值均相对较接近 1 的为组合 2、组合 5、组合 8, 其次是组合 7 的葡萄糖和淀粉比值较接近 1, 但其蔗糖比值显著小于 1。

2.5 主成分分析和综合评价

主成分分析和综合评价^[16-17]见表 5、表 6, 前

表 4 9 个接穗与砧木组合嫁接苗叶绿素、糖含量分析

Tab. 4 Analysis of chlorophyll and sugar content in nine grafted seedlings with combination of scions and rootstocks

组合序号 Combination No.	Chla /($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)	Chlb /($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)	Chl /($\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$)	葡萄糖比值 Glucose ratio	蔗糖比值 Sucrose ratio	淀粉比值 Starch ratio
1	0.33±0.02 ^{cd}	0.12±0.01 ^{bc}	0.45±0.03 ^{bc}	1.28±0.36 ^{bc}	0.53±0.10 ^d	0.70±0.15 ^{bc}
2	0.31±0.14 ^{cd}	0.10±0.05 ^{bc}	0.41±0.19 ^{bc}	1.26±0.22 ^{bc}	1.06±0.19 ^a	0.98±0.07 ^{ab}
3	0.24±0.07 ^d	0.08±0.03 ^c	0.32±0.09 ^c	2.09±0.79 ^{ab}	0.69±0.13 ^{bcd}	0.58±0.09 ^c
4	0.46±0.04 ^{abc}	0.17±0.02 ^{bc}	0.63±0.05 ^{ab}	3.33±1.52 ^a	0.56±0.09 ^{cd}	0.74±0.17 ^{bc}
5	0.57±0.02 ^a	0.28±0.05 ^a	0.85±0.08 ^a	1.21±0.42 ^{bc}	0.85±0.09 ^{abc}	1.15±0.07 ^a
6	0.38±0.02 ^{bcd}	0.14±0.01 ^a	0.52±0.03 ^{bc}	1.63±0.65 ^b	0.58±0.12 ^{cd}	0.73±0.13 ^{bc}
7	0.38±0.11 ^{bcd}	0.14±0.05 ^{bc}	0.53±0.16 ^{bc}	0.99±0.85 ^c	0.67±0.74 ^{bcd}	0.99±0.26 ^{ab}
8	0.45±0.17 ^{abc}	0.19±0.09 ^b	0.65±0.27 ^{ab}	0.97±0.11 ^c	0.88±0.30 ^{ab}	1.11±0.44 ^a
9	0.55±0.06 ^{ab}	0.27±0.09 ^a	0.82±0.16 ^a	2.26±1.70 ^{ab}	0.57±0.10 ^{cd}	0.93±0.44 ^{ab}

注：同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different lowercase letters after the same column of data indicate significant difference ($P<0.05$).

表 5 主成分分析结果

Tab. 5 Results of principal component analysis

性状指标 Shape index	第一主成分因子 1st principal component	第二主成分因子 2nd principal component	第三主成分因子 3rd principal component	性状指标 Shape index	第一主成分因子 1st principal component	第二主成分因子 2nd principal component	第三主成分因子 3rd principal component
成活率	0.742	0.576	-0.211	株高	0.928	0.312	-0.083
保存率	0.752	0.222	-0.521	地径	0.859	-0.120	0.368
抽梢率	0.691	-0.143	0.591	冠幅	0.842	0.465	-0.035
新梢长	0.480	-0.709	0.115	叶片数量	0.561	0.452	0.296
新梢粗	0.512	-0.794	-0.038	特征值	5.254	3.715	1.058
葡萄糖比值	0.413	-0.568	-0.174	贡献率/%	43.780	30.955	8.815
蔗糖比值	-0.149	0.899	-0.020	累计贡献率/%	43.780	74.735	83.550
淀粉比值	-0.594	0.544	0.341				

表 6 综合得分及排序

Tab. 6 Comprehensive score and ranking

组合序号 Combination No.	第一主成分因子 1st principal component	第二主成分因子 2nd principal component	第三主成分因子 3rd principal component	综合得分 Comprehensive score	排序 Ranking
1	1.059	0.215	0.400	0.677	4
2	0.994	0.663	0.519	0.821	1
3	1.038	0.321	0.465	0.712	3
4	1.013	0.257	0.347	0.663	5
5	0.931	0.566	0.754	0.777	2
6	0.895	0.238	0.648	0.625	6
7	0.727	0.455	0.671	0.620	7
8	0.552	0.508	0.306	0.510	9
9	0.838	0.056	0.680	0.532	8

3 个主成分累计贡献率达到 83.550%，涵盖了大部分的信息，表明前 3 个主成分能够代表 12 个性状对砧穗组合嫁接亲和力的综合评价。其中第 1 主成分的特征值为 5.254，相应贡献率为 43.780%，特征向量较大的因子有成活率、保存率、抽梢率、株高、地径和冠幅，综合反映了嫁接成活情况和

移栽生长状况；得分较高的有组合 1 (1.059)、组合 2 (0.994)、组合 3 (1.038)、组合 4 (1.013)、组合 5 (0.931)、组合 6 (0.895)。第 2 主成分的特征值为 3.715，相应贡献率为 30.955%，特征向量较大的因子有成活率、蔗糖比值和淀粉比值，集中反映了可溶性糖对嫁接成活的影响；得分较

高的为组合 2 (0.663) 和组合 5 (0.566)。第 3 主成分的特征值为 1.058, 相应贡献率为 8.815%, 主要反映嫁接苗抽新梢情况, 得分最高的为组合 5 (0.754)。计算 9 个组合的综合得分, 得分越高, 综合表现越好^[1]。结果表明前 5 个综合因子得分高低依次为: 组合 2 (博白大果油茶/中东金花茶)、组合 5 (多毛金花茶/中东金花茶)、组合 3 (越南抱茎茶/罗斯曼金花茶)、组合 1 (博白大果油茶/罗斯曼金花茶)、组合 4 (博白大果油茶/普通金花茶)。

3 讨论

本研究开展了 7 种不同山茶属植物作为砧木与 4 种金花茶接穗两两组成的 28 个砧穗组合的嫁接试验, 砧木品种不仅包含常用的油茶物种 (博白大果油茶、陆川油茶、广宁红花油茶、宛田红花油茶), 还包含观赏茶花 (黑牡丹、越南抱茎茶) 以及金花茶 (多毛金花茶), 且 4 种金花茶接穗既有本地常见品种 (普通金花茶、中东金花茶), 又有越南典型品种 (罗斯曼金花茶、箱田金花茶)。因此, 本试验开展优良砧穗组合筛选和嫁接亲和力研究具有较高的代表性。马锦林等^[4]、包志毅等^[7]、张乃燕等^[8]关于金花茶嫁接亲和力研究中, 均认为亲和力与嫁接成活率、保存率、嫁接苗田间生长性状相关, 但并未开展后续嫁接苗生长情况的测定及相关生理指标变化分析。因此, 本试验不仅调查了嫁接成活率、保存率、生长性状等指标的测定, 且追踪了嫁接苗移栽 18 个月以后的生长状况, 并首次开展了嫁接口砧、穗可溶性糖含量与嫁接成活率关系的研究, 为今后开展金花茶嫁接繁殖开展优良砧穗组合筛选及嫁接亲和力鉴定提供理论参考依据。

初选出的 9 个组合中, 组合 2 (博白大果油茶/中东金花茶)、组合 5 (多毛金花茶/中东金花茶)、组合 8 (陆川油茶/箱田金花茶) 的嫁接口接穗与砧木葡萄糖、蔗糖、淀粉 3 种糖含量比值均相对较接近 1, 组合 2 和组合 5 成活率最大, 分别达 97.78% 和 96.33%, 这与石雪晖等^[9]、杨瑞^[10]、苗丽^[11]等“砧、穗糖含量越接近, 比值越接近 1, 嫁接成活率越高”的研究结论相一致, 而组合 8 虽然糖含量比值也接近 1, 但其成活率较低, 只有 73.35%, 特别是其嫁接苗的各项田间生长指标均显著低于其他组合, 究其原因还有待后期开展进一步的研究。组合 1 (博白大果油茶/罗斯曼金

花茶)、组合 3 (越南抱茎茶/罗斯曼金花茶) 和组合 4 (博白大果油茶/普通金花茶) 的嫁接成活率、保存率、以及新梢长、新梢粗等田间生长状况均很优良, 虽然其嫁接口砧穗的葡萄糖比值显著大于 1, 蔗糖和淀粉比值显著小于 1, 但本课题组认为这种现象有可能是暂时的, 经过后期的生长调节以及适应外部生长环境, 嫁接口糖含量差异会逐渐变小而趋于相同, 从而促进嫁接苗的生长。

通过对嫁接苗的 12 个与嫁接亲和力相关的指标进行主成分分析及综合评价, 筛选出 5 个优良组合, 依次为: 组合 2 (博白大果油茶/中东金花茶)、组合 5 (多毛金花茶/中东金花茶)、组合 3 (越南抱茎茶/罗斯曼金花茶)、组合 1 (博白大果油茶/罗斯曼金花茶) 和组合 4 (博白大果油茶/普通金花茶)。本试验得到嫁接亲和力较好的砧木是博白大果油茶, 这与张乃燕等^[8]试验结论相一致, 均认为博白大果油茶与金花茶亲和力高, 适合作为金花茶嫁接繁殖砧木。但今后要将筛选出的金花茶嫁接优良砧穗组合及优良砧木应用于规模化生产, 还需要进一步开展造林后的观察、测定。

参考文献

- [1] 叶创兴. 关于金花茶学名更替小记[J]. 广西植物, 1997, 17(4): 309-313.
YE C X. A Note on revision of Latin name of golden Camellia[J]. Guihaia, 1997, 17(4): 309-313. (in Chinese)
- [2] 李锋. 植物嫁接不亲和力的问题讨论[J]. 惠州大学学报 (自然科学版), 1997, 14(4): 170-172.
LI F. Discussion on the grafting incompatibility of plants[J]. Journal of Huizhou University (Natural Science Edition), 1997, 14(4): 170-172. (in Chinese)
- [3] 李继华. 嫁接原理与应用[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1980: 36-47.
LI J H. Grafting principle and application[M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Press, 1980: 36-47. (in Chinese)
- [4] 马锦林, 张日清, 韦晓娟, 叶航. 香花油茶与普通金花茶嫁接亲和力的初步研究[A]/中国广西(南宁)第三届金花茶国际学术论坛论文集[C]. 国际茶花协会, 2013.
MA J L, ZHANG R Q, WEI X J, YE H. Preliminary studying on grafting affinity of *C. rosmantha* and *Camellia chrysantha*[A]/Proceedings of the 3rd International Academic Forum on Yellow Camellias[C]. International Camellia Society, 2013. (in Chinese)
- [5] 韦晓娟, 李开祥, 廖健明, 梁文汇, 马锦林. 金花茶大砧

- 嫁接试验初报[J]. 北方园艺, 2013(8): 68-70.
- WEI X J, LI K X, LIAO J M, LIANG W H, MA J L. Preliminary report on experiment on big stock grafting of *Camellia chrysantha*[J]. Northern Horticulture, 2013(8): 68-70. (in Chinese)
- [6] 叶航, 温如斯, 王东雪, 江泽鹏, 周招娣. 普通油茶无性系岑软 3 号嫁接亲和性研究[J]. 热带作物学报, 2015, 36(1): 30-34.
- YE H, WEN R S, WANG D X, JIANG Z P, ZHOU Z D. Graft compatibility of *Camellia oleifera* cenruan 3 clone[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2015, 36(1): 30-34. (in Chinese)
- [7] 包志毅, 陈俊愉. 金花茶砧穗组合的初步研究[J]. 园艺学报, 1991, 18(2): 169-172.
- BAO Z Y, CHEN J Y. Studies on compatible and incompatible stock-scion combinations of yellow Camellias[J]. Acta Horticulturae Sinica, 1991, 18(2): 169-172. (in Chinese)
- [8] 张乃燕, 江泽鹏, 陈林强, 赵海鹤. 金花茶嫁接繁殖砧木亲和力试验[J]. 经济林研究, 2007, 25(3): 65-68.
- ZHANG N Y, JIANG Z P, CHENG L Q, ZHAO H H. Determination of rootstock-scion affinity in *Camellia chrysantha* grafting[J]. Nonwood Forest Research, 2007, 25(3): 65-68. (in Chinese)
- [9] 石雪晖, 王淑英, 吴艳纯, 杨国顺, 王宏英, 余国标. 葡萄叶片中生理生化物质含量与嫁接亲和力关系的研究[J]. 果树学报, 2001, 18(1): 24-27.
- SHI X H, WANG S Y, WU Y C, YANG G S, WANG H Y, YU G B. Study on the effects of the content of physiological and biochemical substances in the rootstock leaves to the graft compatibility[J]. Journal of Fruit Science, 2001, 18(1): 24-27. (in Chinese)
- [10] 杨瑞. 葡萄砧穗组合筛选及嫁接早期亲和力研究[D]. 兰州: 甘肃农业大学, 2007.
- YANG R. Selections stock-scion combination and studies on graft affinity in early stage of different combination of rootstock and scions of grape[J]. Lanzhou: Gansu Agricultural University, 2007. (in Chinese)
- [11] 苗丽. 糖及 CmoANT1.2 在黄瓜/南瓜嫁接接口愈合中响应的研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.
- MIAO L. Study on sucrose and cmoant1.2 response in graft union development in the heterograft of cucumber onto pumpkin[D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2021. (in Chinese)
- [12] 邹琦. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000.
- ZOU Q. Some deficiencies in experimental guidance of plant physiology[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2000. (in Chinese)
- [13] 曹刚, 张国斌, 郁继华, 马彦霞. 不同光质 LED 光源对黄瓜苗期生长及叶绿素荧光参数的影响[J]. 农业科学, 2013, 46(6): 1297-1304.
- CAO G, ZHANG G B, YU J H, MA Y X. Effects of different LED light qualities on cucumber seedling growth and Chlorophyll fluorescence parameters[J]. Science Agricultura Sinica, 2013, 46(6): 1297-1304. (in Chinese)
- [14] 杨治元. 葡萄嫁接栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 6-7.
- YANG Z Y. Grape grafting cultivation[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2005: 6-7. (in Chinese)
- [15] 杜天宇, 胡去非, 王相媛, 白茹雪, 赵宝伟, 翟梅枝. 核桃坚果主成分分析及优株筛选研究[J]. 内蒙古农业大学学报(自然科学版), 2018, 39(2): 34-45.
- DU T Y, HU Q F, WANG X Y, BAI R X, ZHAO B W, ZHAI M Z. The studies on walnut principal component analysis and superior variety selection[J]. Journal of Inner Mongolia Agricultural University (Natural Science Edition), 2018, 39(2): 34-45. (in Chinese)
- [16] 谭秋锦, 韦媛荣, 黄锡云, 张涛, 许鹏, 宋海云, 王文林, 郑树芳. 10 份澳洲坚果种质果实性状与营养成分分析[J]. 果树学报, 2021, 38(5): 672-680.
- TAN Q J, WEI Y R, HUANG X Y, ZHANG T, XU P, SONG H Y, WANG W L, ZHEN S F. Analysis of fruit characteristics and nutrients of 10 accessions of *Macadamia integrifolia*[J]. Journal of Fruit Science, 2021, 38(5): 672-680. (in Chinese)
- [17] 李开祥, 梁晓静, 朱昌叁, 安家成, 曾祥艳, 杨卓颖. 不同种源樟树果实和种子表型性状对比分析[J]. 广西林业科学, 2020, 49(1): 1-6.
- LI K X, LIANG X J, ZHU C S, AN J C, ZENG X Y, YANG Z Y. Comparative analysis of phenotypic traits of fruits and seeds of *Cinnamomum camphora* from different provenances[J]. Guangxi Forestry Science, 2020, 49(1): 1-6 (in Chinese)