



王振丽,廖惠宇,胡冬南,等.砧、穗品种对油茶芽苗砧嫁接体形态的影响[J].江西农业大学学报,2021,43(1):126-135.
WANG Z L,LIAO H Y,HU D N,et al.Effects of stock and scion varieties on the morphology of grafted seedlings of *Camellia oleifera* Abel[J].Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis,2021,43(1):126-135.

砧、穗品种对油茶芽苗砧 嫁接体形态的影响

王振丽¹,廖惠宇²,胡冬南^{1*},徐佳文¹,徐奥文¹,刘会云¹

(1.江西农业大学 林学院/江西省森林培育重点实验室,江西 南昌 330045;2.江西省新余市林业局,江西 新余 338000)

摘要:【目的】采用4个优良品种互为砧穗,调查分析砧木和穗条品种对油茶(*Camellia oleifera* Abel)芽苗砧嫁接苗苗期生长的影响,为油茶砧穗组合嫁接提供理论参考。【方法】以赣190为砧木或穗条,赣兴47、赣永6、赣兴46为对应的穗条或砧木,设置同砧组和同穗组共7个油茶芽苗砧组合,2年生时调查测定其地上部分和根系生长情况。【结果】砧木品种和接穗品种对油茶芽苗砧嫁接体根系茎叶和根系的生长、形态等有显著影响。7个油茶芽苗砧嫁接组合中,以组合1(赣兴47/赣190)苗高生长最大,组合3(赣兴47/赣190)次之、组合2(赣永6/赣190)最小,分别为69.53,63.93,54.53 cm;地径、分枝数以组合3在7个砧穗组合中表现较好;叶片形态指标(叶面积、叶长、叶宽)由大到小依次为组合3、本砧组合4(赣190/赣190)、组合6(赣190/赣永6)、组合2、组合1组合7(赣190/赣兴46)和组合5(赣190/赣兴47);总根长、总表面积、总投影面积形态指标以组合1表现最高,组合3次之,组合7根系指标表现最差。【结论】7个油茶芽苗砧组合中,以组合3(赣兴46/赣190)的地上部分生长形态与根系指标综合表现较好,砧木和接穗品种对油茶芽苗砧嫁接体苗期生长有明显影响,在油茶嫁接育苗过程中,要综合考虑砧木和穗条品种的生长特性,重视砧穗间交互作用。

关键词:油茶;砧穗组合;苗期;形态

中图分类号:S794.4 文献标志码:A 文章编号:1000-2286(2021)01-0126-10

Effects of Stock and Scion Varieties on the Morphology of Grafted Seedlings of *Camellia oleifera* Abel

WANG Zhenli¹, LIAO Huiyu², HU Dongnan^{1*},
XU Jiawen¹, XU Aowen¹, LIU Huiyun¹

(1.Jiangxi Provincial Key Laboratory of Silviculture, College of Forestry, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; 2.Forestry Bureau of Xinyu City, Jiangxi Province, Xinyu, Jiangxi 338000, China)

Abstract: [Objective] In this experiment, four varieties of *Camellia oleifera* Abel were used as materials to investigate the effects of stock and scion varieties on the morphological growth of the grafted seedlings of *C. oleifera* Abel in the seedling stage, and provide a theoretical reference for scientific selection of stock-scion

收稿日期:2020-07-25 修回日期:2020-10-24

基金项目:国家重点研发计划项目子课题(2018YFD1000603-3)

Project supported by the National Key R&D Plan(2018YFD1000603-3)

作者简介:王振丽,orcid.org/0000-0001-5016-719X,w_zl197927@163.com;*通信作者:胡冬南,教授,主要从事经济林栽培与良种繁育研究,orcid.org/0000-0003-2973-6436,dnhu98@163.com

combinations for graft of *C. oleifera*. [Methods] Taking Gan190 as the stock or scion and Ganxing47, Ganyong6, and Ganxing46 as the corresponding stocks or scions, seven different stock–scion combinations were set up. The growth performance of the branches, leaves and roots of the seedlings at the age of 2 years was investigated. [Results] Rootstock varieties and scion varieties have significant effects on the growth and morphology of the roots, leaves and roots of the grafted roots of *C. oleifera* Abel sprouts. Among the 7 oil–tea *C. oleifera* Abel sprout seedling stock grafting combinations, combination 1 had the largest seedling height growth, followed by combination 3, and combination 2 had the smallest, which were 69.53, 63.93, and 54.53 cm; in the comparison of ground diameter and branch number were in combination 3 47/Gan 190) performed well in the 7 stocking and panicle combinations; leaf morphology indexes (leaf area, leaf length, leaf width) were: combination 3 (Ganxing 46/Gan 190) > ben stock combination 4 (Gan 190)/Gan 190) > combination 6 (Gan 190/Ganyong 6) > combination 2 (Ganyong 6/Gan 190) > combination 1 (Ganxing 47/Gan 190) combination 7 (Gan 190/Ganxing 46) > combination 5 (Gan 190/Ganxing 47), Combination 1 (Ganxing 47/Gan 190) performed the highest in total root length, total surface area, and total projected area, followed by combination 3, and combination 7 performed the worst in root system indicators. [Conclusions] Among the 7 oil–tea *C. oleifera* Abel sprout seedling stock combinations, combination 3 (Ganxing 46/Gan 190) had better overall growth morphology and root index. The rootstock and scion varieties had a significant impact on the seedling growth of the grafted body. In the process of grafting seedlings of *C. oleifera* Abel, the growth characteristics of rootstocks and spikes should be considered comprehensively, and the interaction between stocks should be emphasized.

Keywords: *Camellia oleifera* Abel; stock–scion combination; seedling stage; morphology

【研究意义】油茶 (*Camellia oleifera* Abel) 为山茶科 (Theaceae) 山茶属 (*Camellia* L.) 常绿灌木或小乔木, 是我国南方地区重要的木本食用油料树种, 已具有 2 000 多年栽培历史^[1]。分布面积较广, 其茶油色清味香, 营养丰富, 耐贮藏, 是一种优质食用油, 也可用于工业原料。在油茶优质、高产栽培中, 嫁接技术是油茶品种繁育与改良的主要手段, 采用嫁接育苗技术不仅可以充分发挥砧木品种的优势, 改善接穗品种的品质, 提高油茶树体产量, 而且可以扩大油茶种植范围, 降低种植成本, 提高经济效益^[2-4]。【前人研究进展】目前关于油茶嫁接育苗技术的研究已有很多^[5-6], 其中砧穗亲和性是嫁接繁育研究中最重要、最复杂的问题之一, 有关油茶嫁接苗砧穗组合亲和性的研究多集中在嫁接培育方法^[7-9]、嫁接存活率^[10-12]、愈合机理^[13-15]等方面。【本研究切入点】关于砧、穗特性及其亲和性对植株生长的影响关注较少, 因此有必要明确不同砧木、穗条品种对油茶嫁接苗生长发育的影响。【拟解决的关键问题】试验以 4 个赣无系列优良品种为材料, 设置 6 个不同砧穗组合为试验组, 以本砧嫁接组合为对照组, 通过测定分析苗高、地径、分枝数、根系、叶片等形态 (生长) 指标, 了解砧木与穗条品种对嫁接植株苗期形态的响应, 并综合评价各砧穗组合的形态与生长情况, 以为油茶良种砧穗选择提供依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

试验材料为江西省林业科学院培育赣 190、赣兴 47、赣兴 46、赣永 6 优良油茶品种互为砧穗的芽苗砧嫁接苗。用于树体生长特性调查的 4 个油茶品种于 2013 年 5 月在江西省林业科学院育苗基地采用劈接法进行嫁接, 嫁接后对嫁接苗进行统一的田间管理。

1.2 试验方法

1.2.1 试验设计 以 1 年生油茶主栽品种赣 190、赣兴 47、赣永 6、赣兴 46 为互为砧穗, 共设置 7 个不同砧穗组合, 每个处理组合选择长势均匀的植株进行测定, 每个组合重复 12~15 次, 整个生长期对植株进行统一管理, 根系指标重复 3 次, 各砧穗组合编号见表 1。

表 1 油茶砧穗组合试验设计
 Tab.1 Experimental design of combination of stock scions of *Camellia oleifera*

| 项目 Item | 砧穗组合 Combination of stock scions | | | | | | |
|---------------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 穗条 Scions | 赣兴47 | 赣永6 | 赣兴46 | 赣190 | 赣190 | 赣190 | 赣190 |
| 砧木 Root stock | 赣190 | 赣190 | 赣190 | 赣190 | 赣兴47 | 赣永6 | 赣兴46 |

1.2.2 测定指标与方法 2013年5月分别选取长势优良,大小饱满一致的赣190、赣兴47、赣永6、赣兴46 4个品种种子萌发的芽苗和发育良好的腋芽,进行油茶芽苗砧穗的嫁接和育苗。

于2015年3月调查苗高、地径和一级分枝数。叶片最大长度、最大宽度由精度0.1 cm直尺量取,并计算叶形指数(长宽比)。根系洗净后使用WinRHIZO根系分析仪进行扫描,测定和分析其总根长度、总根表面积、总根体积等。用游标卡尺测定各根系不同级根径,按照<1 mm, 1~2 mm、>2 mm将根系分为1级根、2级根和3级根^[16],一般细根定义为根系直径≤2 mm^[16]。

1.2.3 数据处理 采用Excel 2003对数据进行初步整理汇总,利用SPSS 22.0软件对各项指标进行方差分析,分析采用单因素ANOVA法进行显著性分析(α=0.05),Origin8.0软件作图。

2 结果与分析

2.1 各砧、穗组合油茶苗高、地径、分枝数生长差异比较

苗高是判断苗木生长量最直观的形态指标,调查分析各砧穗组合苗高生长情况(图1)表明,除了同砧组合3,组合1的苗高显著大于其它组合。各组合苗高生长由大到小依次为组合1、组合3、组合7、组合4、组合5、组合2和组合6,4个同穗组合间差异不显著。表明芽苗砧嫁接油茶苗的株高主要受穗条品种的影响,砧木品种差异对苗高的影响不大。

地径是衡量幼苗质量生长过程中抗逆性的重要指标,由图2可知,各砧穗组合地径生长由大到小依次为组合5、组合3、组合4、组合1、组合6、组合2和组合7,同砧组中的1、2组合与组合4(赣190/赣190)有显著差异;在同穗组合中:组合7(赣190/赣兴46)与组合5(赣190/赣兴47)、组合4与有显著差异,表明穗条品种和砧木品种对芽苗砧嫁接油茶苗期地径生长均有明显影响。

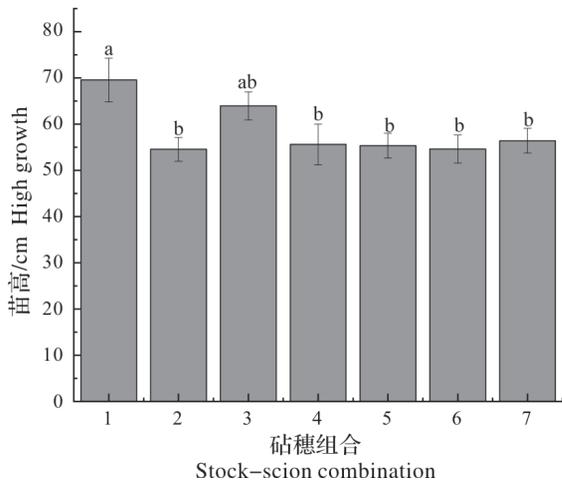


Fig.1 The high of different stock-scions combination

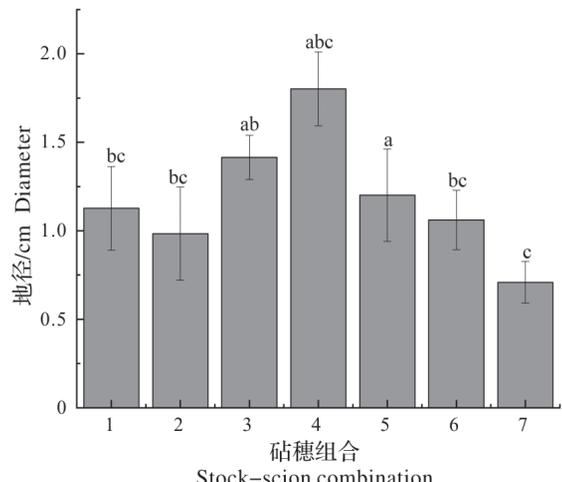


Fig.2 The diameter growth of different stock-scions combination

苗的分枝数在一定程度上可以反应幼苗对光合作用利用的潜力,对各砧穗组合一级分枝数比较分析结果(图3)表明,7个砧穗组合的分枝数存在一定的差异,但差异没有达到显著水平。说明不同穗条品种和砧木品种的差异并没有导致2年生嫁接苗分枝数的明显不同。

2.2 各砧、穗组合油茶苗高、地径、分枝数年增幅差异比较

对各砧穗组合油茶苗高、地径、一级分枝数苗期年增幅对比分析(表 2)发现,不同砧穗组合间的苗高、地径、一级分枝数增幅差异显著。其中本砧组合 4(赣 190/赣 190)的株高年增幅最大,为 113%,明显大于同砧组的组合 1、2、3 及同穗组的组合 7;同砧组的组合 1、2、3 之间差异不显著,同穗组的组合 4、5、6 间差异不明显,且组合 5 显著大于组合 7;7 个砧穗组合油茶苗高增幅由小到大依次为组合 1(69%)、组合 3(73%)、(79%)、组合 7(84%)、组合 6(99%)、组合 5(109%)和组合 4(113%)。组合 3 和组合 4 地径年增幅明显更大,这 2 个组合间的差异不明显;7 个砧穗组合油茶地径增幅由大到小依次为组合 4、组合 3、组合 5、组合 2、组合 6、组合 1 和组合 7。组合 7 的一级分枝数在一年中的增幅最大,明显大于同穗组的组合 6,同砧组中 4 组合的分枝数年增幅也存在显著差异;7 个砧穗组合油茶一级分枝数由大到小依次为组合 7、组合 4、组合 5、组合 3、组合 2、组合 6 和组合 1。通过上述分析表明,砧木品种和穗条品种均显著影响着芽苗砧嫁接油茶苗期的生长。

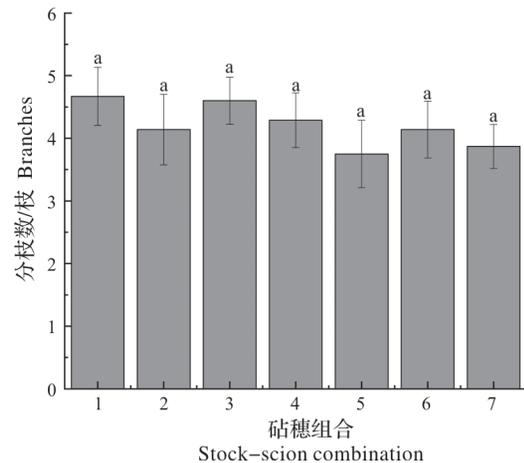


图 3 不同砧穗组合的分枝数

Fig.3 The branches of different stock-scions combination

表 2 不同组合株高、地径、分枝数增幅比较

Tab.2 Comparison of the increase of plant height, ground diameter and branch number with different combinations

| 砧穗组合 Stock-scions combination | 株高/% H | 地径/% D | 一级分枝数/% Number of branch |
|----------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------|
| 1 | 69±5 ^c | 21±3 ^{bc} | 60±10 ^d |
| 2 | 79±6 ^{bc} | 23±4 ^{bc} | 107±13 ^{cd} |
| 3 | 73±5 ^c | 34±2 ^a | 156±33 ^{bc} |
| 4 | 113±8 ^a | 41±3 ^a | 220±40 ^{ab} |
| 5 | 109±10 ^a | 26±3 ^b | 217±27 ^{ab} |
| 6 | 99±8 ^{ab} | 22±1 ^{bc} | 83±12 ^{cd} |
| 7 | 84±9 ^{bc} | 16±1 ^c | 250±33 ^a |

同列不同小写字母表示差异显著($P<0.05$),下同

The value in the same colum followed by the different letter are significantly different at $P<0.05$, the same below

2.3 各组合油茶叶片形态差异

叶片是植物进行光合作用的主要器官,叶形指数是判断植株长势的重要指标,由表 3 可知,以赣 190 作为砧木的 4 个砧穗组合中,以组合 3(赣兴 46/赣 190)的叶面积、叶片长度、叶片宽度均达到最大,其值分别为 10.88 cm²、5.05 cm、3.07 cm,组合 1(赣兴 47/赣 190)的叶面积、叶片长度、叶片宽度均达到最小,其值分别为 9.44 cm²、4.66 cm、2.69 cm,4 个同砧组合的叶片形态各指标差异均不显著。在以赣 190 作为接穗的组合中,以本砧组合 4(赣 190/赣 190)的叶面积、叶片长度、叶片宽度均达到最大,其值分别为 10.40 cm²、4.92 cm、2.96 cm,组合 5(赣 190/赣兴 47)叶面积、叶宽为最小,其值分别为 7.38 cm²、2.44 cm,显著小于本砧组合;各组合叶形指数无显著差异。由此说明,砧木与穗条品种对油茶芽苗砧嫁接苗的叶形影响不大,但对叶面积、叶长、叶宽均有一定的影响,特别是砧木品种的影响很明显。

2.4 油茶各组合根系差异

通过对各砧穗组合根系进行扫描,并用根系图像分析软件 Win RHIZO 对各组合根系形态指标进行分析。由表 4 可知,各砧穗组合在总根长、总表面积、总体积、根系密度等指标上存在显著差异。

表 3 各组合叶片形态特征

Tab.3 The morphological characteristics of leaf of different combination

| 砧穗组合 Stock-scions combination | 叶面积/cm ² Leaf area | 叶长/cm Leaf length | 叶宽/cm Leaf width | 叶形指数 Leaf shape index |
|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 1 | 9.44±1.10 ^{ac} | 4.66±0.28 ^{ab} | 2.69±0.17 ^{ab} | 1.75±0.07 ^a |
| 2 | 10.17±0.94 ^{ab} | 4.67±0.24 ^{ab} | 2.98±0.16 ^a | 1.57±0.04 ^a |
| 3 | 10.88±0.96 ^a | 5.05±0.25 ^a | 3.07±0.16 ^a | 1.67±0.07 ^a |
| 4 | 10.40±0.26 ^{ab} | 4.92±0.13 ^a | 2.96±0.07 ^a | 1.67±0.06 ^a |
| 5 | 7.38±0.23 ^c | 4.41±0.11 ^{ab} | 2.44±0.09 ^b | 1.83±0.11 ^a |
| 6 | 10.26±1.20 ^{ab} | 4.83±0.29 ^{ab} | 2.76±0.21 ^{ab} | 1.77±0.08 ^a |
| 7 | 8.06±0.81 ^{bc} | 4.16±0.26 ^b | 2.60±0.12 ^{ab} | 1.61±0.11 ^a |

以赣 190 作为砧木,组合 1(赣兴 47/赣 190)总根长、总根表面积、总根投影面积明显更大,分别为 3 655.92 cm、610.38 cm²、194.29 cm²,是组合 2(赣永 6/赣 190)的 1.81、1.68、1.68 倍;以赣 190 作为接穗,本砧组合 4(赣 190/赣 190)总根长、总根体积、总根投影面积明显更大,为 2 240.89 cm、19.68 cm³、140.63 cm²,是组合 7(赣 190/赣兴 46)的 1.88、2.97、2.06 倍,综合根系形态指标,表明以赣 190 作砧木或接穗,与其嫁接的砧木品种和穗条品种各对根系形态指标均有显著影响。

表 4 各组合根系形态特征

Tab.4 The morphological characteristics of root of different combination

| 组合 Combination | 根长/cm RL | 根表面积/cm ² RSA | 根体积/cm ³ RV | 根投影面积/cm ² RPA |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 1 | 3 656±0 ^a | 610±49 ^a | 24.8±1.8 ^{ab} | 194±15 ^a |
| 2 | 2 018±134 ^{cd} | 364±42 ^c | 16.3±0.8 ^{cd} | 116±13 ^c |
| 3 | 2 853±41 ^b | 550±35 ^a | 29.8±5.5 ^a | 175±11 ^{ab} |
| 4 | 2 241±3 ^c | 442±21 ^b | 19.7±3.3 ^{bc} | 141±7 ^{bc} |
| 5 | 1 801±234 ^c | 310±41 ^d | 13.1±0.7 ^{cd} | 148±15 ^{bc} |
| 6 | 2 206±200 ^{cd} | 5 258±38 ^a | 10.7±1.6 ^{de} | 167±12 ^{ab} |
| 7 | 1 190±85 ^c | 214±14 ^c | 6.6±0.3 ^e | 68±4 ^d |

进一步对根系进行分级后可知,各砧穗组合不同级别根系分级形态存在显著差异(表 5),以根系长度出发,根径在以 0<.D.<=1 根系长度最长,其次是 1<.D.<=2,2<.D.的根系长度最小。从一级根角度出发,组合 1 的一级根除根体积之外,其根长、根表面积、投影面积都显著大于其余组合,一级根由大到小依次为组合 1、组合 3、组合 6、组合 4、组合 2、组合 5 和组合 7,组合 3 的根长、根表面积、投影面积整体低于组合 1 而显著高于其他组合;组合 6 的根表面积和根投影面积大于组合 2 和组合 4;组合 7 除根体积之外,各项指标均显著小于其余组合。

从二级根角度出发,组合 1~6 的根系长度与根体积、根表面积无显著差异,在同砧组合中组合 1 与组合 4 的根系长度最长;在根体积方面,同穗组合中组合 7 显著小于 4,组合 1~6 之间无显著差异;投影面积由大到小依次为组合 6、组合 5、组合 4、组合 3 和组合 1。

在三级根方面,组合 1、3 的根长显著大于组合 5、6、7;在根表面积上,组合 1、3、4、6 之间差异较小,而显著大于其余组合。在根体积方面,组合 3 与组合 1 无明显差别外,显著大于其余组合;组合 1 显著大于组合 5、6、7。在投影面积上,组合 7 显著小于组合 3 而与其余组合无显著差异。

由各砧穗组合总体情况可知,在同砧组合中,组合 1、3 不论是在整体还是分级的根系形态上都表现较好;而在同穗组合中组合 6 综合表现较好;组合 7 的各项指标整体处于最低水平。说明砧木和接穗的品种及其组合会对油茶根系形态产生显著的影响。

表 5 各组合根系分级形态
Tab.5 Root classification morphology of each combination

| 组合 Combination | 根径/mm RD | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-----------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| 根长/cm | 0<.D.≤1 | 3 301±77.39 ^a | 1 772±79.44 ^c | 2 530±70.20 ^b | 1 915±19.33 ^c | 1 614±209.72 ^c | 1 955±153.02 ^c | 1 059±93.48 ^d |
| RL | 1<.D.≤2 | 260±51.63 ^a | 179±45.35 ^{ab} | 228±33.64 ^a | 249±18.38 ^a | 149±25.78 ^{ab} | 209±38.38 ^{ab} | 100±15.18 ^b |
| | 2<.D. | 94.70±26.02 ^a | 66.81±9.47 ^{ab} | 95.00±5.13 ^a | 77.00±4.27 ^{ab} | 38.09±0.94 ^c | 42.05±8.77 ^{bc} | 41.92±0.20 ^{bc} |
| 根表面积/cm ² | 0<.D.≤1 | 399±3.76 ^a | 212±13.29 ^c | 313±13.87 ^b | 239±0.85 ^c | 194±31.30 ^c | 324±22.24 ^b | 126±7.09 ^d |
| RSA | 1<.D.≤2 | 110±22.32 ^a | 75±18.89 ^{ab} | 95±13.25 ^{ab} | 108±6.46 ^{ab} | 63±11.33 ^{bc} | 99±10.55 ^{ab} | 44.38±5.87 ^c |
| | 2<.D. | 102±30.61 ^{ab} | 77±10.28 ^c | 141±10.40 ^a | 94.68±13.73 ^{ab} | 53±1.40 ^c | 102±26.20 ^{ab} | 42.94±15.05 ^c |
| 根体积/cm ³ | 0<.D.≤1 | 3.79±0.84 ^{ab} | 2.87±0.28 ^{bc} | 4.39±0.43 ^a | 3.29±0.09 ^{ab} | 2.70±0.46 ^{bc} | 3.56±0.16 ^{ab} | 1.70±0.13 ^c |
| RV | 1<.D.≤2 | 3.22±1.14 ^{ab} | 2.55±0.61 ^{ab} | 3.28±0.43 ^{ab} | 3.84±0.18 ^a | 2.12±0.38 ^{ab} | 3.03±0.58 ^{ab} | 1.56±0.24 ^b |
| | 2<.D. | 17.79±0.19 ^{ab} | 10.91±0.03 ^{bc} | 22.16±5.00 ^a | 12.54±3.00 ^{bcd} | 8.30±0.13 ^{cde} | 4.11±0.91 ^{de} | 3.34±0.39 ^c |
| 根投影面积/cm ² | 0<.D.≤1 | 127.00±1.19 ^a | 67.34±4.23 ^c | 99.69±4.41 ^b | 76.20±0.27 ^c | 90.11±6.39 ^b | 102.98±7.08 ^b | 40.16±2.25 ^d |
| RPA | 1<.D.≤2 | 34.92±7.10 ^a | 23.96±6.01 ^{ab} | 30.29±4.21 ^a | 34.29±2.05 ^a | 28.46±1.30 ^a | 31.57±3.36 ^a | 14.12±1.86 ^b |
| | 2<.D. | 32.49±9.74 ^{ab} | 24.62±3.27 ^{ab} | 44.92±3.31 ^a | 30.13±4.37 ^{ab} | 29.2±7.53 ^{ab} | 32.58±8.34 ^{ab} | 13.66±4.79 ^b |

3 讨 论

3.1 砧木品种对油茶嫁接苗形态的影响

将砧木与接穗通过嫁接手段形成一个新的复合体。在此复合体中,不仅保持了各自的原有遗传特性,而且两者之间相互影响、相互适应形成新的平衡而带来性状的变化^[16-17]。有研究表明,葡萄、甜柿嫁接苗根系生长状况与砧木存在密切关系^[19,21],类似现象在油茶中也有报道。康乐等^[18]在对不同品种油茶嫁接苗根系生长动态研究中,发现嫁接苗的根系主要是由砧木决定的,砧木品种的不同决定其根系生长状况也不同,认为是由于砧木品种间自身根系生长差异所导致。罗芳等^[20]对怒江山茶与白花油茶的 3 个不同嫁接组合苗根系生长特性对比研究中,发现 3 个不同砧穗组合间嫁接苗根系差异显著。本研究以赣 190 作穗条,设计 4 个同穗不同砧组合进行对比试验,发现 4 个组合中,组合 6 的根系形态指标综合表现较好,而组合 7 整体表现差,导致这种规律的这种现象可能是因为砧木品种根系自身存在差异所致。也有相关研究^[22-26]表明,葡萄、核桃嫁接苗的砧木对接穗地上部生长影响主要表现在生长势、叶面积等的方面,李莉等^[23]利用不同砧木品种对马瑟兰葡萄生长和果实品质的影响研究中发现砧木对接穗生长势有显著影响,可能是因为与砧木本身的特性有关,也与接穗品种有关。生长势能客观评价植物生长发育的强弱,一般来说,地上生长、叶面积的大小均能代表生长势。本研究通过 4 个同穗异砧组合的株高、地径增幅对比分析砧穗组合的生长势的强弱,发现本砧组合 4 生长更好,可能是赣 190 与另 3 个砧木品种的亲合性比本砧差的缘故。并且还有研究表明砧木基因型的差异也会影响接穗对营养物质的吸收,引起接穗叶片中叶绿素、矿质元素和营养物质含量的变化,进而影响叶片的光合作用^[27]。在本研究中,同穗不同砧组合幼苗生长的外部环境大致相同,而影响其表型性状的原因可能是砧木自身基因型的差异。砧木品种不同,其根系的生理性状和表型特征都会有差异,就会影响到植物根系对各类营养元素的吸收以及对植物激素的合成能力,从而影响到植物叶片的形态发育。综合比较分析 4 个同穗异砧组合地上生长、叶片及根系形态综合表现由好到差排序依次为本砧组合 4、组合 6、组合 5 和组合 7,表明除本砧组合 4 外,组合 6 嫁接生长也优于其他砧木品种。

3.2 接穗品种对油茶嫁接苗形态的影响

接穗是嫁接复合体的地上部分,其品质差异会直接影响到苗体的光合同化能力,进而影响到幼

苗的生长。本研究以赣190作砧木,设计4个同砧不同穗组合进行对比试验,发现与本砧组合4地上部生长对比,组合3大于组合2和组合1,导致这种现象的可能原因是接穗品种与砧木品种间亲密度存在差异。王湘楠等^[28]研究表明,不同油茶接穗在嫁接同一品种砧木之后,其苗高、地径生长会有一定差异,这与本研究结果一致。砧木与接穗进行嫁接,形成新砧穗复合体后是一个比较复杂的问题,接穗主要对砧木根系起促进作用^[29],王磊等^[30]和常君等^[31]对番茄和美国山核桃的研究表明,接穗品种的不同决定其嫁接苗根长、根表面积、根体积等的不同。本试验研究发现:4个异穗同砧组合中以组合1、组合3的根系形态指标在整体和根系分级后均表现较好,但是发现组合1地上部分生长表现差。研究发现油茶不同砧穗组合嫁接苗地上部分的苗高、地径、分枝数和地下根系形态指标并无明显的对应关系,导致这种规律的原因可能是接穗的遗传性不同,也可能是由于接穗品种通过光合作用积累营养物质从而影响砧木根系的生长。植物根系的生长发育一方面受到自身生物学特性影响之外,另一方面也受土壤水肥异质性的影响,因此根系生长受土壤环境条件的影响很大,具有较大的可塑性^[32-33]。本研究中,同砧不同穗组合的油茶苗的立地条件与栽培管理方式采取一致措施,因此影响根系形态的主要原因是接穗的品种特性与砧木间的互作效应。综合本试验比较研究,在4个异穗同砧组合中,组合3接穗(赣兴46)与砧木(赣190)的互作亲和性优于其他穗条品种。

3.3 不同砧穗品种嫁接组合对幼苗生长的影响

由于嫁接植株是砧木和接穗有机结合的共同体,两者之间始终保持着物质和信息的交换,从而对整体植株的生长发育造成影响。在嫁接植株中,砧木和接穗间的作用是相互的。砧木能够影响接穗的生理特性和表型特征。接穗也会因代谢产物运输的不同和砧穗间亲和性等的不同,对砧木地下部分根系生长有一定程度的影响^[34-35]。在本研究中以组合3(赣兴46/赣190)的砧穗组合地上部分指标、叶片形态生长具有优势;以组合5(赣190/赣兴47)根系指标也优于其他砧穗组合,究其原因可能是由于同种砧木不同接穗嫁接组合间或同种接穗不同砧木嫁接组合间亲和性不同有关。砧木和接穗对植株的影响,有研究表明,如Bielickip等^[36]提出甜樱桃产量和生长量受砧木和接穗品种相互作用的影响;Kopytowski等^[37]将3个酸樱桃接穗品种嫁接在3个砧木品种上,9个樱桃砧穗组合中,砧木能显著影响接穗生长量,并在9个组合中选育出最优砧穗组合。在本研究中,组合3(赣兴46/赣190)嫁接苗比其他砧穗组合地上部分生长及根系指标表现较好。砧穗品种影响油茶嫁接苗生长主要原因还可能是不同砧木与穗条之间亲和性存在较大差异,从而影响砧穗组合植株生长发育及其互作效应,其相关的互作机制还有待于后续进一步研究。

4 结 论

砧木品种和接穗品种不同均对油茶芽苗砧嫁接体地上生长、叶片形态及根系指标等有重要影响。综合比较7个砧穗组合,以组合3(赣兴47/赣190)地上部分与根系表现较好,可扩大推广栽培,因此在油茶嫁接育苗过程中,要综合考虑砧木和穗条品种的生长、生理特性,重视砧穗间交互作用,选择适宜的砧穗组合推广应用。

参考文献 References:

- [1] 庄瑞林. 中国油茶[M]. 北京: 中国林业出版社, 2012.
ZHUANG R L. Chinese *Camellia oleifera* [M]. Beijing: China Forestry Press, 2012.
- [2] 郭晓敏, 李开平, 张文元, 等. 江西油茶产业发展瓶颈剖析及对策思考[J]. 经济林研究, 2013, 31(2): 1-6.
GUO X M, LI K P, ZHANG W Y, et al. Analysis on bottleneck and countermeasures of *Camellia oleifera* industry development in Jiangxi [J]. Nonwood forest research, 2013, 31(2): 1-6.
- [3] 雷小林, 黄建建, 何小三, 等. 高产油茶超级壮苗关键培育技术的研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2011, 31(6): 39-43.
LEI X L, HUANG J J, HE X S, et al. [J]. A study on key cultivation technique of super of high-yielding *Camellia oleifera* [J]

- Journal of central south university of forestry and technology, 2011, 31(6): 39-43.
- [4] 曹建华, 林位夫, 陈俊明, 等. 砧木与接穗嫁接亲和力研究综述[J]. 热带农业科学, 2005, 25(4): 64-69.
CAO J H, LIN W F, CHEN J M, et al. Studies of affinity between rootstock and scion[J]. Chinese journal of tropical agriculture, 2005, 25(4): 64-69.
- [5] 国家油茶科学中心. 油茶高效实用栽培技术[M]. 北京: 科学出版社, 2010.
National *Camellia oleifera* science center. High-efficiency and practical cultivation technology of *Camellia oleifera*[M]. Beijing: Science Press, 2010.
- [6] 赵学民, 韩宁林. 油茶高产品种栽培[M]. 北京: 中国农业出版社, 2009.
ZHAO X M, HAN N L. Cultivation of high-yield varieties of *Camellia oleifera*[M]. Beijing: China Agricultural Press, 2009.
- [7] 罗健, 陈永忠, 陈隆升, 等. 油茶小苗嫁接技术试验[J]. 林业工程学报, 2013, 27(1): 104-107.
LUO J, CHEN Y Z, CHEN L S, et al. An experiment on grafting technique of young *Camellia oleifera* seedlings[J]. China forestry science and technology, 2013, 27(1): 104-107.
- [8] 龙伟, 姚小华, 王开良, 等. 采穗位置对油茶嫁接育苗的影响[J]. 江西农业大学学报, 2014, 36(1): 158-163.
LONG W, YAO X H, WANG K L, et al. Effect of scion position on grafting breeding seedling in *Camellia oleifera*[J]. Acta agriculturae universitatis, 2014, 36(1): 158-163.
- [9] 陈福, 张涌, 任明, 等. 油茶嫁接种苗繁育技术[J]. 中国果菜, 2008(1): 19-20.
CHEN F, ZHANG Y, REN M, et al. The breeding technology of *Camellia* seedling-grafting[J]. China fruit and vegetable, 2008(1): 19-20.
- [10] 袁军, 王慧, 董文统, 等. 不同砧木对海南油茶嫁接成活率和苗木生长的影响[J]. 热带作物学报, 2017, 38(7): 1193-1197.
YUAN J, WANG H, DONG W T, et al. Effects of four rootstocks on the survival percentage of grafting and growth of *Camellia oleifera* seedlings[J]. Chinese journal of tropical crops, 2017, 38(7): 1193-1197.
- [11] 龙光生, 卢秋霞, 彭归田. 影响油茶芽苗砧嫁接成活及生长因子的探讨[J]. 中南林业科技大学学报, 1990, 5(1): 48-53.
LONG G S, LU Q X, PENG G T. Discussion on the factors affecting the survival and growth factors of *Camellia oleifera* seedling grafting[J]. Journal of central-south forestry college, 1990, 5(1): 48-53.
- [12] 吴丽华, 杨明, 姚国军, 等. 不同砧木品种对核桃树体生长及光合特性的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(28): 17352-17353.
WU L H, YANG M, YAO G J, et al. Gray correlation analysis between survival rate of sasanqua grafting and meteorological factors[J]. Journal of Anhui agricultural science, 2011, 39(28): 17352-17353.
- [13] 冯金玲, 杨志坚, 陈辉. 油茶芽苗砧嫁接体愈合过程 AFLP 分析[J]. 中南林业科技大学学报, 2012, 32(3): 141-146.
FENG J L, YANG Z J, CHEN H. AFLP analysis of nurse seed grafted union in *Camellia oleifera* during healing[J]. Journal of central south university of forestry & technology, 2012, 32(3): 141-146.
- [14] 杨志坚, 冯金玲, 陈辉. 油茶芽苗砧嫁接接口愈合过程解剖学研究[J]. 植物科学学报, 2013, 31(3): 313-320.
YANG Z J, FENG J L, CHEN H. Study on anatomical structures in development of the nurse seed grafted union of *Camellia oleifera*[J]. Plant science journal, 2013, 31(3): 313-320.
- [15] 袁婷婷, 钟秋平, 丁少净, 等. 植物生长调节剂对油茶芽苗砧嫁接愈合的影响[J]. 林业科学研究, 2015, 28(4): 457-463.
YUAN T T, ZHONG Q P, DING S J, et al. Effect of plant growth regulators on the healing of the nurse seed grafted unions of *Camellia oleifera*[J]. Forest research, 2015, 28(4): 457-463.
- [16] 王红平, 刘兴禄, 牛军强, 等. 不同砧穗组合红富士苹果幼树叶片及枝条发育后期的生理特性[J]. 甘肃农业大学学报, 2020, 55(1): 107-114.
WANG H P, LIU X L, NIU J Q, et al. Physiological characteristics of leaf and branch in late developing period of young red Fuji apple trees with different anvil and ear combinations [J]. Journal of Gansu agricultural university, 2020, 55(1): 107-114.

- [17] HONG J, MA X, YAN Y, et al. Which root traits determine nitrogen uptake by alpine plant species on the Tibetan Plateau? [J]. *Plant & soil*, 2018, 424: 63-72.
- [18] 康乐, 杨水平, 姚小华, 等. 不同品种油茶嫁接苗根系生长动态研究[J]. *林业科学研究*, 2010, 23(3): 467-471.
KANG L, YANG X P, YAO X H, et al. Study on root growth dynamic characteristics of grafted seedlings of different *Camellia oleifera* cultivars[J]. *Forest research*, 2010, 23(3): 467-471.
- [19] 陶建敏, 李小红, 蒋爱丽, 等. 不同葡萄砧木对矢富罗莎嫁接根系形态变化的影响[J]. *江苏农业科学*, 2007(2): 82-84.
TAO J M, LI X H, JIANG A L, et al. Effects of different grape stock on root morphologic change of Yatomi rosa grafted seedlings[J]. *Jiangsu agricultural sciences*, 2007(2): 82-84.
- [20] 罗芳, 王连春, 尹增华, 等. 怒江山茶与白花油茶不同嫁接组合苗根系生长特性对比[J]. *安徽农业科学*, 2013, 41(1): 191-194.
LUO F, WANG L C, YING Z H, et al. Root character comparison among different grafting seedlings of *Camellia saluenensis* and *Camellia oleifera*[J]. *Journal of Anhui agricultural sciences*, 2013, 41(1): 191-194.
- [21] 汤丹, 龚榜初, 江锡兵, 等. 不同甜柿砧穗组合根系差异性研究[J]. *林业科学研究*, 2016, 29(1): 85-92.
TANG D, GONG B C, JIANG X B, et al. Effects of different scions on rootstock root system in persimmon [J]. *Forest research*, 2016, 29(1): 85-92.
- [22] 高展, 彭媛媛, 董凯向, 等. 不同砧木对马瑟兰葡萄生长及果实品质的影响[J]. *华北农学报*, 2019, 34(5): 170-176.
GAO Z, PENG Y Y, DONG K X, et al. Effects of different rootstocks on the growth and fruit quality of marselan grapes [J]. *Acta agriculturae boreali-sinica*, 2019, 34(5): 170-176.
- [23] 沈碧薇, 魏灵珠, 崔鹏飞, 等. 不同砧木对‘瑞都红玉’葡萄生长结果与果实品质的影响[J]. *果树学报*, 2020, 37(3): 350-361.
SHENG B W, WEI L Z, CUI P F, et al. Effects of different rootstocks on the growth and berry quality in ‘Ruidu Hongyu’ grapevines [J]. *Journal of fruit science*, 2020, 37(3): 350-361.
- [24] 牛锐敏, 许泽华, 黄小晶, 等. 砧木对‘赤霞珠’葡萄生长和果实品质的影响[J]. *西北林学院学报*, 2020, 35(1): 124-129.
NIU R M, XU Z H, HUANG X J, et al. Effects of rootstocks on the growth and fruit quality of ‘Cabernet Sauvignon’ grape [J]. *Journal of northwest forestry university*, 2020, 35(1): 124-129.
- [25] 李莉, 周贝贝, 徐慧敏, 等. 不同砧木品种对核桃树体生长及光合特性的影响[J]. *林业科学研究*, 2017, 30(3): 472-478.
LI L, ZHOU B B, XU H M, et al. Effects of different rootstock varieties on growth and photosynthetic characteristics of walnut [J]. *Forest research*, 2017, 30(3): 472-478.
- [26] 徐月华, 黄永业, 李强, 等. 苹果优系‘烟富7’不同砧穗组合的生长结果习性[J]. *果树学报*, 2016, 33(8): 943-949.
XU Y H, HUANG Y Y, LI Q, et al. Vegetative growth and fruiting habits of the Superior strain ‘yanfu7’ apple grafted on different rootstocks [J]. *Journal of fruit science*, 2016, 33(8): 943-949.
- [27] 任平, 常青, 付博, 等. 砧穗互作对越冬番茄光合作用及生长与产量的影响[J]. *植物生理学报*, 2019, 55(9): 1325-1334.
REN P, CHANG Q, FU B, et al. Effects of rootstock-scion interaction on tomato photosynthesis growth and yield [J]. 2019, 55(9): 1325-1334.
- [28] 王湘南, 王瑞, 陈隆升, 等. 油茶新品种芽苗砧嫁接砧穗组合的亲合性分析[J]. *中南林业科技大学学报*, 2017, 37(12): 1-6.
WANG X N, WANG R, CHEN L S, et al. Analysis of the affinity of rootstock and scion in the grafting seedlings of new varieties of *Camellia oleifera* [J]. *Journal of central south university of forestry & technology*, 2017, 37(12): 1-6.
- [29] 黄跃新, 杨丽, 王利宏. 不同地区的红松接穗对樟子松嫁接苗成活率和生长量的影响[J]. *安徽农学通报*, 2016, 22(16): 90-91.
HUANG Y X, YANG L, WANG L H. Effect of Korean pine scion in different regions on survival rate and growth of grafted seedlings of *Pinus sylvestris* [J]. *Anhui agricultural science bulletin*, 2016, 22(16): 90-91.

- [30] 王磊,高方胜,徐坤.砧穗互作对越冬番茄生长及叶片碳氮同化能力的影响[J].植物生理学报,2017,53(9):1695-1702.
WANG L,GAO F S,XU K.Effect of rootstock-scion interaction on plant growth and leaf carbon[J].Plant physiology communications,2017,53(9):1695-1702.
- [31] 常君,姚小华,杨水平,等.美国山核桃不同品种接穗对嫁接苗木根系生长发育影响的研究[J].西南大学学报(自然科学版),2007,29(10):104-108.
CHANG J ,YAO X H,YANG S P,et al.Effects of different scion on root growth of pean (*Carya illinoensis*) [J].Journal of southwest university(Natural science),2007,29(10):104-108.
- [32] 毛齐正,杨喜田,苗蕾.植物根系构型的生态功能及其影响因素[J].河南科学,2008,26(2):172-176.
MAO Q Z,YANG X T,MIAO L.The ecological roles and influencing factors of plant root architecture[J].Henan sciences,2008,26(2):172-176.
- [33] 姚甲宝,楚秀丽,周志春,等.不同养分环境下木荷种源生长和根系发育对邻株竞争响应的差异[J].应用生态学报,2017,28(4):1087-1093.
YAO J B,CHU X L,ZHOU Z C,et al.Diferent responses of growth and root development of *Schima superba* provenance to the adjacent plant competition in different nutrient conditions [J].Chinese journal of applied ecology,2017,28(4):1087-1093.
- [34] SOUZA C R D,BASSOI L H,LIMA FILHO J M P,et al.Water relations of field-grown grapevines in the são francisco valley,brazil,under different rootstocks and irrigation strategies[J].Scientia agricola,2009,66(4):436-446.
- [35] 杜学梅,杨廷桢,高敬东,等.苹果砧木对嫁接品种影响的研究进展[J].西北农业学报,2020,29(4):487-495.
DU X M,YANG T Z,GAO J D,et al.Advances of effect of apple rootstocks on grafted varieties[J].Acta agricultural boreali-occidentalis sinica,2020,29(4):487-495.
- [36] BIELICKI P,ROZPARA E.Growth and yield of 'Kordia' sweet cherry trees with various rootstock and interstem combinations[J].Journal of fruit & ornamental plant research,2010,18(1):45-50.
- [37] KOPYTOWSKI J,MARKUSZEWSKI B.The effect of the rootstock on growth,yielding and fruit quality of three cultivars of sour cherry cultivated in the warmia region[J].Journal of fruit & ornamental plant research,2010,18(2):177-184.