

碳汇林套种五指毛桃的林下经济经营模式研究*

——以广东省九连山林场五指毛桃特色经济林基地为例

洪 维^{1,2} 郑 妍³ 张干荣¹ 黄碧金² 曾昭佳²

(1. 广东省龙眼洞林场, 广东 广州 510520; 2. 广东省九连山林场, 广东 河源 517100; 3. 广东省岭南综合勘察设计院, 广东 广州 510663)

摘要 文章在广东省九连山林场开展碳汇林套种五指毛桃 *Ficus hirta* 的林下经济模式研究, 利用双因素方差分析法, 从坡位、密度以及坡位和密度的交互作用3个因素来研究其对地径、苗高、冠幅、根长和根重的影响。结果表明: 不同坡位对五指毛桃地径、冠幅、根长和根重产生显著影响; 不同密度对五指毛桃地径、冠幅、根长和根重产生显著影响; 不同坡位与密度的交互作用对五指毛桃的地径、苗高、冠幅、根长和根重均产生极显著影响; 五指毛桃地径和苗高长势最佳的是位于中坡的密度为6 255和3 120株/hm²的植物样本; 冠幅长势最佳的是位于上坡和中坡的密度为3 120株/hm²的植物样本; 地下部分最有优势的是为位于上坡的密度为2 760株/hm²的植物样本。

关键词 碳汇林; 五指毛桃; 坡位; 密度

中图分类号: S759.82 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2020) 03-0100-05

Study on Understory Economic Model of Interplanting *Ficus hirta* in Carbon Sink Forest —Taking *Ficus hirta* Characteristic Economic Forest in Jiulianshan Forest Farm of Guangdong Province as an Example

HONG Wei^{1,2} ZHENG Yan³ ZHANG Ganrong¹
HUANG Bijin² ZENG Zhaojia²

(1. Longyandong Forest Farm of Guangdong, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 2. Jiulianshan Forest Farm of Guangdong, Heyuan, Guangdong 517100, China; 3. Lingnan Integrated Exploration and Design Institute of Guangdong, Guangzhou, Guangdong 510663, China)

Abstract In this paper, *Ficus hirta* was studied as an understory economic model, which was in Jiulianshan forest farm of Guangdong Province. By using the two-way analysis of variance, through the three effects of slope position, density and the interaction of slope position and density to study its effects on ground diameter, seedling height, crown width, root length and root weight. The results showed that different slope positions had significant effects on ground diameter, crown width, root length and root weight of *F. hirta*. Different densities had significant effect on the ground diameter, crown width, root length and root weight of *F. hirta*. The interaction of different slope positions and density had a very significant effect on the ground diameter, seedling height, crown width, root length and root weight of *F. hirta*. The best ground diameter and seedling height of *F. hirta* were located on

* 基金项目: 广东省林下特色经济林补助项目

第一作者: 洪维 (1971—), 男, 高级工程师, 主要从事林下经济、森林公园建设、森林资源培育与管护工作, E-mail: 183251610@qq.com。

the middle slope with density of 6 255 plants / hm^2 and 3 120 plants / hm^2 . The best crown width of *F. hirta* were located on the upper and middle slopes with density of 3 120 plants / hm^2 . The best underground growth of *F. hirta* were located on the upper slope with density of 2 760 plants / hm^2 .

Key words carbon sink forest; *Ficus hirta*; slope position; density

五指毛桃 *Ficus hirta* 是桑科榕属的木本植物, 又名粗叶榕、五爪龙、五指牛奶、南芪、土北芪。五指毛桃为灌木或小乔木, 嫩枝中空, 叶互生, 纸质, 通常长圆状披针形或卵状椭圆形, 长 6~33.5 cm, 宽 2~30.0 cm, 常 3~5 个深裂或浅裂或不规则分裂, 隐头花序成对腋生或生于已落叶的叶腋, 球形或椭圆球形, 直径 0.8~2.0 cm; 花果期全年; 生于山地灌丛及疏林中, 主要分布于我国东南部和西南部地区, 广东全省各地几乎均有分布^[1]。五指毛桃是广东河源地区的道地药材, 可用于贫血、哮喘、肺结核、慢性支气管炎、胃痛、风湿痛、骨折、跌打扭伤、白带过多、月经不调、疟疾、脱肛、血尿、膀胱炎、尿潴留等症状^[2]。五指毛桃也是药食同源植物, 现开发的五指毛桃产品有保健食品、汤料、强身酒、五指香鸡、袋泡茶和饮料等系列产品, 具有良好的市场价值。近年来由于过度采挖, 五指毛桃野生资源蕴藏量急剧下降, 致使供不应求, 价格急剧攀升。

碳汇造林是在林木的生长过程中进行碳汇计量和监测的一种造林活动^[3], 其主要目的是通过增加碳汇林的面积使森林固定更多的二氧化碳, 从而保护我们的生态环境。

林-药种植模式是林下经济和实现乡村振兴战略的重要模式之一, 林-药模式在经济效益的同时具有良好的生态效益, 对林农转型并实现脱贫攻坚具有重要意义。五指毛桃作为广东的道地药材和药食同源植物, 是经大量的研究成果所证明的^[4-8], 其药用部位主要是根^[9-10], 药用成分主要为补骨脂素、佛手柑内酯^[12-13], 还含有黄酮、香豆素类和萜类^[14-15], 且含有丰富的矿质元素如有 Ca、Mg、Mn、Fe、Zn、Cu 等矿质元素^[11]。关于五指毛桃种植技术的研究较少, 李娟^[16]、劳景莉等^[17]研究过不同 NPK 肥对五指毛桃叶绿素的影响, 劳景莉等主要开展种子繁殖、扦插繁殖和组织培养等繁殖技术研究, 近年来的种植技术研究仅有韦荣昌^[18]的《五指毛桃种植关键技术》, 但是在碳汇林中套种五指毛桃的栽培模式还未见报道。

本研究是在省局的项目资助下, 利用碳汇林下套种五指毛桃, 开展不同坡位、不同套种密度下对五指毛桃生长影响等试验研究, 旨在提出合理配套的技术措施, 并分析收益情况, 为将来在乡村振兴中推广应用提供参考。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

广东省九连山林场位于广东省河源市连平县境内, 全境位于 114°24'~114°36' N、24°08'~24°22' E 之间, 属中亚热带季风气候区, 年均气温 19.6 °C, 无霜期 277~317 d, 年均降水量 1 779.7 mm, 年平均相对湿度 79%。本项目选择在九连山林场姜洞工区姜洞林班 2016 年和 2017 年的采伐迹地, 共 62 hm^2 作为次年碳汇造林用地, 同时套种五指毛桃作为林下特色经济林种植基地。

1.2 试验材料

本项目所用五指毛桃苗木选用河源市紫金县某专业苗圃场培育的营养杯实生苗, 苗高 15 cm 以上; 碳汇造林苗木是阴香 *Cinnamomum burmanni*、红花荷 *Rhodoleia championii*、樟树 *Cinnamomum camphora*, 选用广州市天河区龙洞某专业苗圃场培育的一年生以上 (含一年生), 苗高 50 cm 以上, 顶芽饱满, 根系发达, 充分木质化, 无病虫害和无机械损伤的营养袋苗。

1.3 试验设计

本次试验数据采用 2017 年 3 月造林的植株, 林龄为 3 a, 在密度为 6 255、3 120 和 2 760 株/ hm^2 的林中, 地上部分分别测量上、中、下坡的植株各 90 株, 研究不同密度、不同坡位以及不同密度和坡位的交互作用对植株的地径、苗高、冠幅的影响; 地下部分在每个密度的上、中、下坡位各取 5 组数据来研究不同密度、不同坡位以及不同密度和坡位的交互作用对植株的根长和根重的影响。

1.4 套种技术

1.4.1 整地种植 采用水平带状清理方式清理林地, 沿等高线环山设置带宽 1.2 m、带距 4 m 的五

指毛桃种植带；在五指毛桃种植带与种植带的中心位置，按见方 $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ 规格铲穴 1 m^2 作为碳汇林种植带。在清理干净的五指毛桃种植带内挖明穴，植穴规格 $30\text{ cm} \times 30\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ ，株行距 $0.9\text{ m} \times 4\text{ m}$ ，在碳汇林种植带内挖明穴，植穴规格为 $50\text{ cm} \times 50\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ ，株行距 $1.8\text{ m} \times 4\text{ m}$ ，密度为 $1\ 380\text{ 株}/\text{hm}^2$ 。五指毛桃与碳汇林树种均按“品”字型布设。

需要注意的是穴土经过风化后，在春季造林前一个月回穴土，先回表土后回心土，当回土至50%左右时，施放复合肥，每穴施肥 0.2 kg 。在春雨后穴土湿透时种植。

1.4.2 抚育管理 将五指毛桃种植带和碳汇林种植带内的灌木、杂草、藤本植物等全部劈除并过铲，铲草归带不压苗，以利于幼树获得较好生长空间和水肥优势。铲除灌木杂草后，以幼树为中心松土扩穴，半径不小于 0.4 m 。之后，将肥料追施于幼树周边土壤中，采用沟状埋施，施肥沟位于幼树树冠投影外沿的上坡处，沟深不小于 0.2 m 、宽 $0.20\sim 0.25\text{ m}$ ，将有效含量在35%以上的氮磷钾复合肥撒入后覆土，每株施肥 0.15 kg 。对造林成活率小于85%或保存率低于80%的进行补植，确保补植后成活率大于85%或保存率高于80%为标准。抚育时间为造林当年一次，次年和第三年各两次，并将五指毛桃 1.2 m 高处去顶，以促使五指毛桃根部生长。

1.4.3 采收与加工 五指毛桃种植第四年即可采收，采收时挖取植株根部，留 $1/3$ 或 $1/2$ ，即挖一

边留一边的根，采挖后培土施肥，加强管理，让基部重新萌出新根，2~3 a 后再次采收，留下的老根第2年再采收，如此轮流采挖，既减少新种植的成本，又缩短采收年限，保证稳产高产。

将采收回的根按粗细分级，并将细的根和须根切下，斩短段或捆成小扎，大的根切成片状，晒干。贮藏时注意防潮防蛀。

1.5 统计分析

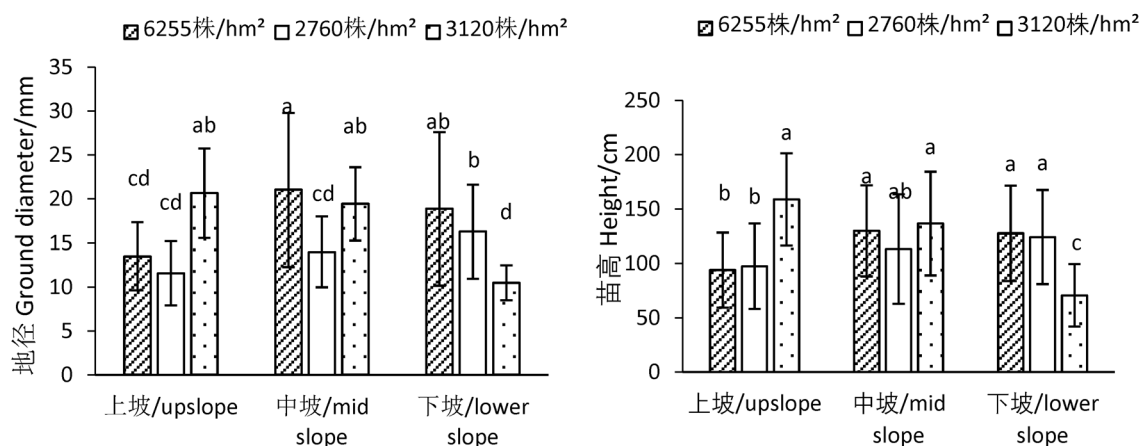
本次试验数据的统计时间为2020年5月，对林中五指毛桃的地径、苗高、冠幅、根长和根重用5个指标利用 Excel 2003 和 SPSS 24.0 软件进行数据统计分析和作图。

2 结果与分析

2.1 五指毛桃生长分析

通过双因素方差分析可以看出，不同坡位、不同密度对五指毛桃地径产生显著影响 ($P<0.05$)，坡位与密度的交互作用对五指毛桃的地径产生极显著影响 ($P<0.01$)。总体上看，中坡位五指毛桃地径大致优于上坡及下坡。以上坡 $3\ 120\text{ 株}/\text{hm}^2$ 、中坡中 $6\ 255\text{ 株}/\text{hm}^2$ 和 $3\ 120\text{ 株}/\text{hm}^2$ 、下坡 $6\ 255\text{ 株}/\text{hm}^2$ 的种植密度为最佳，显著大于其它4种处理 (图1)。

通过双因素方差分析可以看出，不同坡位、不同密度均对五指毛桃苗高影响不显著 ($P>0.05$)，坡位与密度的交互作用对五指毛桃的苗高产生极显著影响 ($P<0.01$)。从总体上看，中坡位五指毛桃苗高大致优于上坡及下坡。以上坡 $3\ 120$ 、中坡



注：不同小写字母表示不同坡位、不同密度下差异显著 ($P<0.05$)。

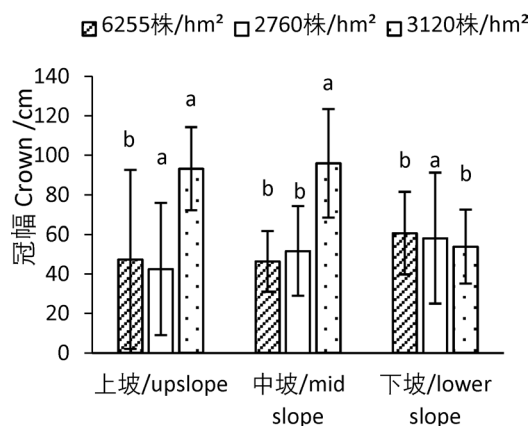
Note: Different letters indicate significant differences ($P<0.05$).

图1 坡位与密度对五指毛桃地径和苗高的影响

Fig. 1 Effect of slope position and density on ground diameter and seedling height of *Ficus hirta*

6 255 和 3 120 株 /hm²、下坡 6 255 和 2 760 株 /hm² 的种植密度最佳, 显著大于其它 3 种处理 (图 1)。

通过双因素方差分析可以看出, 不同坡位、不同密度对五指毛桃冠幅产生显著影响 ($P<0.05$), 不同坡位与密度的交互作用对五指毛桃的冠幅产生极显著影响 ($P<0.01$)。总体上看, 中坡位五指毛桃冠幅优于上坡位与下坡位。上坡和中坡 3 120 株 /hm² 的种植密度最佳, 显著大于其它 7 种处理 (图 2)。

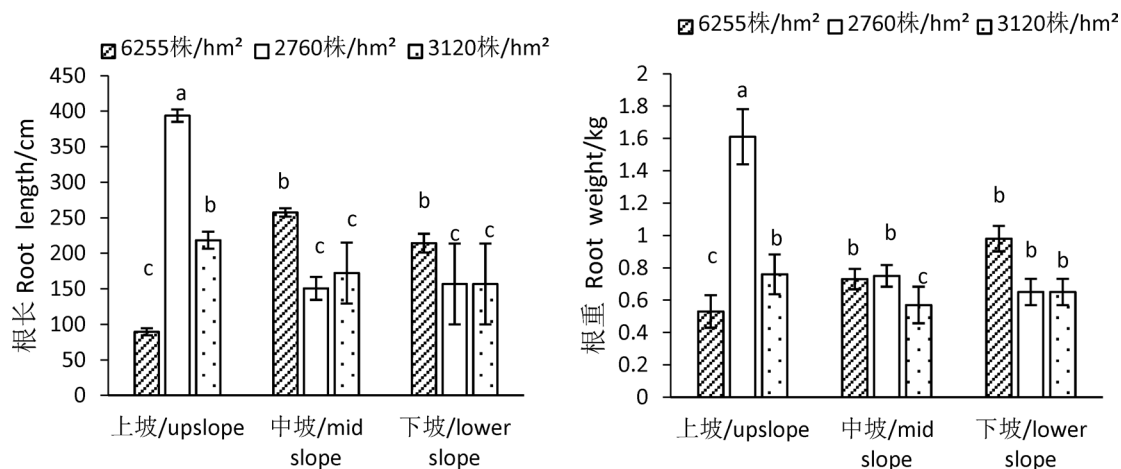


注: 不同小写字母表示不同坡位、不同密度下差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Different letters indicate significant differences ($P<0.05$).

图 2 坡位与密度对五指毛桃冠幅的影响

Fig. 2 Effect of slope position and density on crown of *Ficus hirta*



注: 不同小写字母表示不同坡位、不同密度下差异显著 ($P<0.05$)。

Note: Note: Different letters indicate significant differences ($P<0.05$).

图 3 坡位与密度对五指毛桃根长和根重的影响

Fig. 3 Effect of slope position and density on root length and weight of *Ficus hirta*

2.2 五指毛桃根系生长分析

通过双因素方差分析可以看出, 不同坡位、不同密度对五指毛桃根长产生显著影响 ($P<0.05$), 不同坡位与密度的交互作用对五指毛桃的根长产生极显著影响 ($P<0.01$)。总体上看, 上坡位五指毛桃根长优于中坡位与下坡位。以上坡位的 2 760 株 /hm² 的种植密度最佳, 显著大于其它 8 种处理。

通过双因素方差分析可以看出, 不同坡位、不同密度对五指毛桃根重产生显著影响 ($P<0.05$), 不同坡位与密度的交互作用对五指毛桃的根重产生极显著影响 ($P<0.01$)。总体上看, 上坡位五指毛桃根重优于中坡位与下坡位。以上坡位的 2 760 株 /hm² 的种植密度最佳, 显著大于其它 8 种处理 (图 3)。

3 结论与讨论

广东省从 2011 年开始启动森林碳汇重点生态工程建设, 九连山林场自 2012 年至 2018 年共实施碳汇造林 943.3 hm², 其中在 2017 年和 2018 年的碳汇造林中分别套种五指毛桃 35.6 和 26.4 hm²。由于套种效果好, 是一种比较理想的林 - 药种植模式, 具有一定的推广意义, 被省林业局列为特色经济林补助项目。

碳汇林下种植药类作物不但有利于提高林地利用率, 减少肥料和水的使用、提高种植效率, 而且在保证林木持续发挥良好生态效益的同时, 增加中药类产品的产出, 显著增加了单位林地面

积的经济效益,是“资源节约型、环境友好型”循环农业的典型^[19],发展林-药产业具有广阔的市场前景。在采伐迹地营造碳汇林套种五指毛桃后,不仅增加了林地的固土能力,有效减少了水土流失,提高了林地覆盖度,加速了森林碳汇效益的产生;而且通过林地的精耕细作,还可带动周边农民就业,增加林农经济收入,促进乡村振兴。同时套种五指毛桃的种植模式,使林地得到综合利用,经济效益明显,但由于五指毛桃根系相当发达,根部采收时挖取会造成暂时性的水土流失,因此要选择适当的时机采收五指毛桃。

五指毛桃作为药食兼用的植物,虽然其食用和药用价值被人们所认知和重视,但在种源(品种)的选育方面却鲜有研究。因其有多个变种,各变种叶型变异极大,叶有全缘和分裂的,分裂的又有3~7个分裂,品种比较混杂。因此,优良种源的选育将是今后研究的主要方向。

参考文献

- [1] 中国科学院华南植物研究所. 广东植物志(第一卷)[M]. 广州: 广东科技出版社, 1987: 194
- [2] 卫生部药品生物制品检定所, 云南省药品检验所. 中国民族药志(第一卷)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1984: 103
- [3] 胡原, 曾维忠. 碳汇造林项目促进了当地经济发展吗?[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(2): 89-98.
- [4] 蔡青圆, 陈虎彪, 赵中振, 等. 五指毛桃拮抗毒品可卡因的肝毒性作用及其活性成分研究[J]. 中国中药杂志, 2007(12): 1190-1193.
- [5] 周添浓, 王艳, 唐立海, 等. 五指毛桃抗炎镇痛及对急性肝损伤的保护作用研究[J]. 今日药学, 2008(2): 55-58.
- [6] 李红英. 自拟五指毛桃液治疗慢性盆腔炎的疗效观察[J]. 现代医院, 2005(5): 49.
- [7] 周添浓, 唐立海, 黄诗冲, 等. 五指毛桃镇咳及平喘作用研究[J]. 中材, 2009, 32(4): 571-574.
- [8] 刘春玲, 徐鸿华, 吴清和, 等. 五指毛桃对小鼠免疫功能影响的实验研究[J]. 中药材, 2004(5): 367-368.
- [9] 刘春玲, 魏刚, 何建雄, 等. 五指毛桃不同采收部位挥发油及醇提物成分的分析[N]. 广州中医药大学学报, 2004(3): 204-205; 210.
- [10] 马雅静, 刘焕, 史晶晶, 等. 五指毛桃的质量标准研究[J]. 中草药, 2017, 48(4): 782-791.
- [11] 董青松, 欧彪, 陈乾平. 五指毛桃研究进展[J]. 广西医学, 2006(6): 950-952.
- [12] 李明, 陈志维, 黎玉翠, 等. HPLC法测定五指毛桃中补骨脂素和芹菜素的含量[J]. 中药新药与临床药理, 2009, 20(1): 52-54.
- [13] 陈勇, 甄汉深, 陈美燕. 五指毛桃中补骨脂素的含量测定[J]. 中药材, 2002(4): 265-266.
- [14] 周添浓, 王艳, 刘丹丹, 等. 五指毛桃不同提取物补益作用的实验研究[J]. 中药材, 2009, 32(5): 753-757.
- [15] 轧霁, 张晓琦, 王英, 等. 五指毛桃黄酮和香豆素类成分研究[J]. 林产化学与工业, 2008, 28(6): 49-52.
- [16] 李娟, 安锋, 林位夫, 等. 不同氮磷钾肥用量对五指毛桃叶绿素含量的影响[N]. 核农学报, 2016, 30(1): 193-200.
- [17] 劳景莉, 方艺, 杜明, 等. 五指毛桃繁殖技术的研究进展[J]. 热带农业科学, 2017(7): 83-87.
- [18] 韦荣昌. 五指毛桃种植关键技术[J]. 农业研究与应用, 2016(2): 63-65.
- [19] 周杨, 苗雨露, 孙志蓉. 我国林药林菌经济模式发展现状及其优势分析[J]. 中国现代中药, 2016(1): 97-101.