

# 干热河谷乡土树种清香木研究进展

黄俊玲, 王妍 (西南林业大学环境科学与工程学院, 云南昆明 650224)

**摘要** 干热河谷因自然环境恶劣而成为我国植被恢复的难点。然而清香木是干热河谷的乡土树种之一, 是造林绿化的先锋树种。该文从干热河谷清香木的生物学特性、资源特点、繁殖特性、生理生化特性、植物化学以及生态学等方面概括总结了近年来的研究进展, 并展望了今后的研究方向。

**关键词** 干热河谷; 清香木; 进展; 展望

**中图分类号** S727.28 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)21-167-03

## Research Progress of *Pistacia weinmannifolia* in the Dry Hot Valleys Native Tree Species

HUANG Jun-ling, WANG Yan (College of Environmental Science and Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

**Abstract** The environment in dry hot valley is quite vulnerable. The vegetation restoration in this area is a difficult problem having not been solved. However, *Pistacia weinmannifolia* is one of the hot dry valley of native tree species and afforestation of pioneer species. The previous studies on dry hot valley are summarized from the aspects of the progress and status in recent years, such as *P. weinmannifolia* biological characteristics, resource features, reproductive characteristics, physiology, biochemistry, phytochemistry and ecology. The research direction in the future was forecasted.

**Key words** Dry hot valley; *Pistacia weinmannifolia*; Progress; Forecast

干热河谷俗称“干坝子”, 在中国主要集中在云南省境内的金沙江、元江、怒江、南盘江和澜沧江等河流具深邃的河谷地区<sup>[1-3]</sup>, 其中在金沙江、元江、怒江和澜沧江的植被被定名为“河谷型萨王纳植被(Savanna of valley type)”<sup>[3]</sup>。干热河谷地区由于气候炎热少雨, 水土流失严重, 生态十分脆弱, 长期以来被公认为是世界上环境最恶劣的地区, 其植被恢复一直受到人们的关注和重视<sup>[1,4]</sup>。许多学者致力于对干热河谷乡土树种的研究, 调查并分析了植被资源的特点, 主要利用乡土树种来恢复当地的植被, 以获得最大的生态效益和经济效益。干热河谷环境决定了造林的特殊性, 所需造林的植被要求具有抗逆性强、生长迅速和生产率高等特点。根据“适地适树”造林原则和优先发展乡土树种的选择, 有研究者选出了一些适宜于干热河谷造林的树种, 如黄连木(*Pistacia chinensis* Bunge)、乌桕[*Sapium sebiferum* (L.) Roxb.]、桉树(*Eucalyptus robusta* Smith)等, 它们具有耐干旱、耐贫瘠等特点。随着人们的深入调查和研究发现, 清香木(*P. weinmannifolia*)也具有耐干热、耐干旱瘠薄、根系发达和抗性强等特性, 日渐受到了人们的关注和开发。目前, 清香木不仅被应用于园林、造林绿化等方面, 还在医疗、化工乃至美容行业得以运用<sup>[5]</sup>。

目前, 清香木的研究主要集中于树种生态位与种间关系<sup>[6-7]</sup>、苗木繁育<sup>[5,8-11]</sup>、植物化学<sup>[12-14]</sup>和逆境下生理生化指标<sup>[15-17]</sup>等方面, 但是对于清香木的生理生化指标而言, 各个研究者所测量的参数不同。笔者所在课题组也对干热河谷乡土树种清香木进行了研究, 主要范围覆盖对种子存储、发芽率、生活力、光合特性、荧光特性、荧光诱导动力学曲线

等方面的测定, 研究主要集中在不同水分胁迫处理下, 清香木对外界环境变化所作出的反应及适应机制, 旨在为干热河谷地区清香木的科学造林和补水提供理论依据。为此, 笔者对关于清香木的研究范围进行了综述, 以期为进一步研究提供参考。

## 1 清香木生物学特性

清香木为漆树科黄连木属, 别名细叶、楷木、紫轴木、香面树、香叶树等<sup>[8-9,18]</sup>。灌木或小乔木, 高2~8 m, 稀达10~15 m; 树皮灰色, 小枝具棕色皮孔, 幼枝被灰黄色微柔毛。偶数羽状复叶互生, 叶轴具狭翅, 上面具槽, 被灰色微柔毛, 叶柄被微柔毛; 小叶革质, 长圆形或倒卵状长圆形, 先端微缺, 具芒刺状硬尖头, 基部略不对称, 阔楔形, 全缘, 略背卷, 两面中脉上被极细微柔毛, 侧脉在叶面微凹, 在叶背明显凸起; 小叶柄极短。花序腋生, 与叶同出, 被黄棕色柔毛和红色腺毛; 花小, 紫红色, 无梗, 苞片卵圆形, 内凹, 外面被棕色柔毛, 边缘具细睫毛, 子房圆球形, 核果球形, 成熟时红色, 先端细尖<sup>[19]</sup>。该树种产于云南、西藏(东南部)、四川(西南部)、贵州(西南部)、广西(西南部), 生于海拔580~2700 m的石灰山林下或灌丛中, 其性喜温暖、耐干热。该树种耐干旱瘠薄, 根系发达, 抗性强<sup>[18-19]</sup>。

## 2 干热河谷清香木的资源特点

清香木是干热河谷地带理想的造林绿化先锋树种。经王妍等<sup>[4]</sup>对云南干热河谷地区调查发现清香木主要集中在海拔1000~2700 m的滇中、滇东、滇东南山坡、峡谷一带。常以伴生种为主, 偶以优势种出现, 常见于疏序黄荆、滇榄仁群落(*Vitex negundo* var. *Laxipaniclata*, *Terminalia franchetii* Comm)和仙巴掌、霸王鞭群落(*Opuntia monacantha*, *Euphorbia royleana* Comm)等10个群落类型中。王崇云等<sup>[20]</sup>也对澜沧江中上游河谷段锈鳞木樨榄、香木群丛(*Association olea ferruginea*, *Pistacia weinmannifolia*)进行了调查, 发现该群丛分布于1300~1900 m的河谷下部, 由于人为活动和气候因素

**基金项目** 国家自然科学基金项目(31100520)。

**作者简介** 黄俊玲(1990-), 女, 云南宣威人, 硕士研究生, 研究方向: 水土保持, 生态修复。\*通讯作者, 副教授, 博士, 从事景观生态和恢复生态学研究。

**收稿日期** 2015-05-31

的干扰,群丛结构较为简单,但清香木仍大面积分布,是该地区的优势种,是我国西南硬叶常绿阔叶林的一个补充。从植被群落上看,大部分干热河谷的清香木处于野生状态,在墓地、农田和村落周边分布较多,群落多呈萌生状。清香木生长地区多受人为活动的影响,人畜踩踏严重,村民乱砍滥伐、采摘种子、火烧开荒等原因已使干热河谷地区清香木无法正常更新,导致分布面积和数量逐渐减少,在 80% 的样地调查中,没有发现生长的幼苗,自然更新难,从而限制了多种价值的发挥<sup>[4]</sup>。为此,必须采取相应的措施解决干热河谷地区造林困难的问题,这对当地水土流失、土地沙化及生态修复具有积极有效的作用。

### 3 清香木的繁殖特性

目前,清香木实生苗发育仍以传统的种子繁殖为主。清香木果实一般成熟于 7~8 月,果实由红色转为蓝黑色或褐色时适宜采收<sup>[8,11]</sup>。尹擎等<sup>[21]</sup>对清香木的研究认为清香木种子采收后应立即剥去果皮并开始播种,否则会降低发芽率。谢赞等<sup>[9-10]</sup>人对清香木的种子繁殖进行了研究,认为清香木在播种前应先捣烂果皮,脱粒弃杂后阴干,置通风干燥处贮藏,在造林前对种子采用 20℃ 左右的温水浸泡 12 h 或 24 h,用 5 g/L 的高锰酸钾对土壤消毒处理,然后播种,但综上所述这些研究并没有统计其发芽率的高低,研究仍较为局限。而李春华等<sup>[8]</sup>对野生清香木育苗进行了研究,认为要满足清香木规模化生产的需求,应先将清香木种子去除果肉后立即播种,其出苗率在 91.1% 以上,用 2~3℃ 低温处理的种子播种与其出苗率相当,对不能按时播种的种子,可采取低温保管,最适宜的温度为 2~3℃。而笔者所在课题组也对清香木种子、果皮和存储天数之间的关系进行了研究,发现在常温干燥无光照的存储条件下种子在 20~30 d 时含水率下降最快,带果皮存储的清香木种子 70 d 后丧失发芽能力,而无果皮存储的清香木种子存储不宜超过 60 d,否则将完全丧失种子的生活力。而要使常温条件下存储的种子达到较高的发芽率,最好选择当天剥去果肉后并立即播种,最高发芽率可达到 100%,但发芽率会随着存储时间的增加而下降。这与前人的研究结果一致,清香木的繁殖应于当天剥皮后立即播种为宜。

此外,清香木的繁殖还有扦插、组培等方式。谢赞<sup>[9]</sup>研究发现在春秋都可以进行扦插,主要选择 1 年生的枝条。在扦插之前,所用的基质要采用高温蒸汽或化学药剂进行消毒,而且插穗用 ABT 生根粉药剂浸泡 12~24 h,在扦插后覆盖塑料薄膜,以便提高空气湿度,一般在 45 d 左右生根。杨静<sup>[5]</sup>则对清香木组培快繁进行了研究,认为取材的最佳季节为 4 月,取茎段、叶片或叶轴进行组织培养,以蛭石 25% + 珍珠岩 25% + 河沙 50% 为最佳炼苗选择,这为清香木的工厂化生产提供了理论与技术支持。

### 4 清香木生理生化特性

干热河谷由于气候炎热干燥,降雨稀少,土壤干旱贫瘠,现已成为我国造林极端困难的地区之一。水分因素是干热河谷地区造林的最主要限制因子<sup>[15]</sup>。而清香木又是干热河

谷的乡土树种之一,根据“适地适树”的造林原则,在干热河谷地带应当优先选择该树种。但是由于生态环境破坏、水土流失等因素,有些地区正向干热河谷演变。为此,要利用清香木进行植被恢复,就必需先了解清香木的生理生化特性,了解逆境下的清香木对外界环境所作出的反应和适应机理。目前,已有研究者测量了清香木各种生理生化指标。如赵湘江等<sup>[16-17,22]</sup>测量了清香木的光合特性、光合荧光、快速叶绿素荧光诱导动力学曲线等一些生理指标。此外,赵琳等<sup>[23-24]</sup>还测量了脯氨酸、POD 酶活性、SOD 和 MDA 活性等一些生化指标。总之,无论测量何生理生化指标,都是在综合客观地评价清香木,主要是了解其抗旱机能。其最终目的都是为干热河谷植被恢复、造林绿化以及树种选择提供科学依据或技术支持。

### 5 清香木的植物化学研究

清香木具有独特的芳香气味,其挥发特性也日益受到了人们的关注。周葆华<sup>[12]</sup>采用水蒸汽蒸馏法(SD)提取清香木叶挥发油,用气相色谱-质谱(GC-MS)联用技术对清香木叶片挥发油的化学成分进行了分析,得到了 28 种挥发油的化合物。随后,他又从清香木叶挥发油中分离鉴定出了 29 种化合物,研究发现这些化合物的活性物质对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、红酵母均有较强的抑制活性;对体外非小细胞肺癌(NCI-H460)株细胞具有很强的杀灭作用,当挥发油质量浓度为 0.1 g/L 时,抑制率达 92.56%<sup>[13]</sup>。蔡宝国等<sup>[14]</sup>人则采用顶空固相微萃取和气相色谱质谱联用技术(GC-MS)从清香木分离出了 76 种化合物;乔永峰等<sup>[18]</sup>采用蒸馏萃取和 GC-MS 联用法从绿叶和嫩红叶中各自分离到了 144 种化合物。综上所述,所分离到的这些化合物以芳香族、萜烯类、酮类、酸类、酯类、烯炔类、烷炔类和醛类等<sup>[12-14,18]</sup>为主。而在这些化合物中,萜烯类的化合物具有较强的生物活性,具有镇咳、祛痰、解毒、抗菌等功效。如报道的  $\beta$ -水芹烯、石竹萜烯等都有较强的解热、抗炎、祛痰和抗菌作用,萜烯类和大环类化合物具有很好的天然活性抑菌成分<sup>[13]</sup>。除此之外, $\beta$ -蒎烯更是生产多种香料、维生素 A 和维生素 E 等重要的原料<sup>[18]</sup>。

### 6 清香木的生态学研究

**6.1 生态位与种间关系研究** 生态位是指一个物种占据的物理空间及其在生物群落中的结构与功能作用关系。一个物种的生态位由它生存必需的全部环境因素组成,反映了物种对环境资源的需求<sup>[6]</sup>。余德会等<sup>[6]</sup>研究了 19 个主要树种的生态位宽度、生态位相似性比例以及生态位重叠特征,得出清香木的生态位宽度最大,具有较强的生态适应能力。清香木常与生态位高的树种构成建种群或优势种,与生态位宽的树种易形成混交林。且在多种环境下,清香木表现出较强的环境适应能力和竞争能力,能与其他物种共存。严令斌等<sup>[7]</sup>则对清香木群落主要树种种间关系和生态种组进行了研究,其结果显示清香木群落明显处于植被演替早期,稳定性和成熟度不高。通过积矩相关系数与秩相关系数绘制的正相关星座图得出,可将群落中 20 种物种从协变关系上划

分为3个生态种组,分别为共有种组、边缘种组和特征种组。而清香木处在共有种组当中,表现出了优势种组和群落的演替阶段,次生性强,主要处于灌木层。边缘种组展现出发育清香木群落位置的特征,其处于石灰岩和砂页岩发育土壤的交错区,群落起源较复杂;特征种组体现了研究区内清香木的岩溶植被属性和群落演替的方向与趋势,藤本等植物可能利用优势种组下层生境,获取更强的光能资源,最终取代共有种组的优势位置。

**6.2 生态修复** 随着人类活动频繁加剧,对植被乱砍滥伐,森林面积不断减少,水土流失也日渐严重,岩石大面积裸露,逐步向石漠化发展。而植被恢复已到了刻不容缓的地步。特别是干热河谷地区,植被一旦遭到破坏,在很短时间内难以恢复。目前,诸多研究者致力于植被恢复的研究。如王发冬等<sup>[25-27]</sup>对滇东南、滇池流域、昆阳磷矿山以及个旧锡矿山进行了研究,得出清香木在这些地区适应性较好,生长迅速,造林保存率高,能有效改善废弃地土壤通气性和透水性,提高土壤养分含量,降低土壤主要重金属污染物含量,是废弃地和石漠化地区生态修复的先锋植物。

## 7 其他领域

**7.1 清香木在园林绿化中的应用** 清香木具有耐热耐旱,叶片翠绿富有光泽,枝繁叶茂,耐修剪,病虫害少,独特的芳香气味,可塑性强等特点。在日常生活中,人们常将其用作盆栽、庭荫树、行道树以及山林风景树等<sup>[5,11]</sup>。园林绿化中常与山石、草坪坡地或亭阁进行配植,根据需求设定特定的景观,如修剪为塔形、球形,偶尔也用作绿篱进行空间分隔,与其他植物进行交互组图造景等。另外清香木还具有驱蚊避虫、杀菌等作用,在绿化中具有天然消毒、净化空气等功效<sup>[12-13]</sup>。

**7.2 清香木食、药用价值** 由清香木植物化学特性可知,清香木具有镇咳、祛痰、解毒、抗菌等功效;此外,还可作为香料、制革原料、护肤品原料等<sup>[5,18]</sup>。

## 8 展望

清香木不仅是植被恢复的先锋树种,而且是生产香料和开发新药的原料,另外它还可用于农业病虫害防治。关于清香木的研究在最近几年中取得了比较显著的成果。清香木在逆境下的生理生态特性和植物化学特性等已经初步明确,水分胁迫、干旱胁迫等对清香木的影响也有初步报道。清香木作为干热河谷乡土树种,已被运用于多个领域,如造林绿化、园林、石漠化地带植被恢复等。另外清香木还作为医疗保健用和香料原料等。然而,仍存在着诸多问题:①针对环

境因子而言,清香木的研究较为单一,缺乏多种外界环境因子对清香木的影响研究。②清香木现已被应用于矿山、石漠化带等地区的植被恢复中,但未考虑到矿山上的重金属元素,今后应重视研究不同重金属元素对清香木的影响。③在植被恢复研究时,还应当进一步研究清香木与其他植物配置后所形成的群落稳定性和多样性。

## 参考文献

- [1] 杨振寅,苏建荣,罗栋,等.干热河谷植被恢复研究进展与展望[J].林业科学研究,2007,20(4):563-568.
- [2] 赵琳,郎南军,郑科,等.云南干热河谷生态环境特性研究[J].林业调查规划,2006,31(3):114-117.
- [3] 李昆,刘方炎,杨振寅,等.中国西南干热河谷植被恢复研究现状与发展趋势[J].世界林业研究,2011,24(4):55-60.
- [4] 王妍,张超,李昆.干热河谷乡土树种清香木幼苗生长对不同水分梯度的响应[J].中南林业科技大学学报,2014,34(10):19-25.
- [5] 杨静.清香木组织快繁技术体系研究[D].雅安:四川农业大学,2008.
- [6] 余德会,袁丛军,安明志,等.赤水河流域清香木天然群落主要树种生态位研究[J].西部林业科学,2014,43(6):91-96.
- [7] 严令斌,余德会,李鹤,等.赤水河清香木群落主要树种种间关系与生态种组[J].西部林业科学,2015,44(1):69-75.
- [8] 李春华.野生清香木育苗试验[J].现代园艺,2015(2):12-13.
- [9] 谢赞.清香木的繁殖及开发利用[J].林业实用技术,2002(11):28-29.
- [10] 杨文才.清香木荒山造林技术研究[J].绿色科技,2014(5):80-81.
- [11] 张国韩.清香木在园林绿化中的应用[J].北京农业,2012(9):53-54.
- [12] 周葆华.清香木叶与黄连木叶挥发油化学成分的对比如[J].安庆师范学院学报,2008,14(2):60-62.
- [13] 周葆华.清香木叶挥发油成分及其抑菌作用[J].应用化学,2008,25(3):305-308.
- [14] 蔡宝国,崔俊杰,姜荫,等.顶空固相微萃取气相色谱质谱法分析清香木中的香气成分[J].上海应用技术学院学报,2011,11(1):25-29.
- [15] 贾利强,李吉跃,郎南军,等.水分胁迫对黄连木、清香木幼苗的影响[J].北京林业大学学报,2003,25(3):55-59.
- [16] 赵湘江,王妍,田昆.清香木叶片光合荧光特性对土壤水分胁迫的响应[J].干旱区资源与环境,2015,29(1):83-88.
- [17] 田勇,袁丛军,王加国,等.清香木对不同土壤水分胁迫的生长和光合响应[J].西部林业科学,2014,43(5):41-47.
- [18] 乔永峰,彭永芳,方云山,等.云南清香木绿叶与嫩红叶挥发性成分对比分析[J].安徽农业科学,2013,41(4):1583-1587.
- [19] 中国科学院中国植物志编辑委员会.中国植物志[M].北京:科学出版社,2005:95-110.
- [20] 王崇云,陈美卿,和兆荣,等.记澜沧江河谷一硬叶小叶常绿阔叶林类型——锈鳞木樨榄、清香木群丛[J].植物分类与资源学报,2012,34(1):81-88.
- [21] 尹擎,施宗明.叶香果美的清香木[J].云南林业,2004,25(1):30.
- [22] 黄林敏,袁丛军,严令斌,等.不同遮荫处理对清香木苗木生长与光合速率的影响[J].浙江农业科学,2014(2):217-219.
- [23] 赵琳,郎南军,温绍龙,等.云南干热河谷4种植物抗旱机理的研究[J].西部林业科学,2006,35(2):9-16.
- [24] 贾利强.金沙江干热河谷造林树种抗旱特性的研究[D].北京:北京林业大学,2003.
- [25] 王发冬,杨兴茂,周晓.滇东南喀斯特地区植被恢复技术研究[J].景观规划,2014,13(6):143-145.
- [26] 马骏,阚丹好,沙敏.滇池流域石漠化地区植被恢复技术研究[J].安徽农业科学,2014,42(33):11782-11783.
- [27] 李贵祥,方向京,邵金平.昆阳磷矿山损毁林地生态植被恢复技术研究[J].林业实用技术,2012(3):47-50.

(上接第166页)

- [6] 杨超,田大伦,胡曰利,等.连栽杉木林林下植被生物量动态格局[J].生态学报,2011,31(10):2737-2747.
- [7] 曹小玉,李际平.福寿林场杉木人工林林下植物物种多样性研究[J].西北林学院学报,2014,29(3):57-61.
- [8] 李校,耿凤梅,孟东霞,等.不同森林类型物种多样性及影响因子研究[J].河北林果研究,2007,22(2):130-133.

- [9] 邓素梅.闽北杉阔混交林群落物种多样性的研究[J].福建林业科技,2005,32(3):20-23,30.
- [10] 康冰,刘世荣,蔡道雄.南亚热带人工杉木林灌木层物种组成及主要木本种间关联性[J].生态学报,2005,25(9):2173-2179.
- [11] 赵朝辉,方晰,田大伦.间伐对杉木林林下地被物生物量及土壤理化性质的影响[J].中南林业科技大学学报,2012,32(5):102-107.