

doi:10.16779/j.cnki.1003-5508.2016.06.004

滇红椿表型性状遗传多样性研究进展

宋鹏^{1,2}, 向晖³, 董文渊¹, 罗建勋², 熊壮²

(1. 西南林业大学, 云南昆明 650000; 2. 四川省林业科学研究院, 四川成都 610081;
3. 广元市林业局, 四川广元 628000)

摘要:滇红椿(*Toona ciliata* var. *yunnanensis*)是红椿(*Toona ciliata*)的一个变种,属楝科(Meliaceae)香椿属(*Toona*)植物。目前对滇红椿的种内遗传变异或多样性研究尚未有文献报道。本文在前人研究的基础上,通过对国内外香椿属植物表型性状遗传多样性研究进展的论述,总结了滇红椿在遗传多样性研究方面目前所存在的主要问题,并建议在下一步的研究中重点开展滇红椿种质资源分布及表型性状变异研究,进一步摸清滇红椿的水平分布和垂直分布范围,掌握其表型性状变异规律,为后续开展选择育种和制定种质资源保存策略提供科学依据。

关键词:滇红椿;遗传多样性;研究进展

中图分类号:S722.3 文献标识码:A 文章编号:1003-5508(2016)06-0017-05

Advances in Researches on Morphological Characters Genetic Diversity in Plants of *Toona ciliata* var. *yunnanensis*

SONG Peng^{1,2} XIANG Hui³ DONG Wen-yuan¹ LUO Jian-xun² XIONG Zhuang²

(1. Southwest Forestry University, Kunming 650000, Yunnan, China; 2. Sichuan Academy of Forestry,
Chengdu 610081, Sichuan, China; 3. The forestry bureau in guangyuan city, guangyuan 628000, Sichuan, China)

Abstract: *Toona ciliate* var. *yunnanensis* is a variation of *Toona ciliate*, which belongs to Meliaceae, *Toona* Roem. So far, there are no documents or reports about the research of its intraspecific genetic variation or diversity of *Toona ciliate* var. *yunnanensis*. Based on the predecessors, research, this article summarizes the research of phenotypic traits genetic diversity and the main problems in its genetic diversity research. In addition, it is suggested that some further research work should be done on the germplasm resources distribution and phenotypic traits variation of *Toona ciliate* var. *yunnanensis*, aiming to ascertain the horizontal distribution and vertical distribution range and to master the rule of phenotypic distribution range and the rule of phenotypic traits variation, thus providing a scientific basis for subsequent selective breeding and germplasm resources preservation strategy.

Key words: *Toona ciliata* var. *yunnanensis*, Genetic diversity, Advance

1 引言

种内变异(intraspecific variation)是指同种生物不同个体间的表型或遗传差异^[1],植物在表型形态

水平上的多样性或变异,简称表型多样性,表型多样性传统上又称表型变异^[2]。表型多样性是遗传多样性与环境多样性的综合体现,受植物本身遗传特性和周围特定环境双重控制,是生物多样性与生物系统学的重要内容^[3]。利用表型性状变异研究群

收稿日期:2016-07-15

基金项目:国家林业局行业专项重大项目-亚热带木本油料与用材树种种质资源保存和可持续利用(201204307-06)。

作者简介:宋鹏(1980-),男,助理研究员,主要从事森林培育及林木育种研究,E-mail:safspeng@126.com。

体的种内变异具有简便、快速和节省费用等优点,至今仍然是重要而且有效的^[3-5]。在表型特征中,植物的叶、花、果实和种子性状的表型变异是遗传变异的重要特征之一^[6]。

滇红椿是红椿的一个变种,属楝科(Meliaceae)香椿属(*Toona Roem*)植物^[7]。椿属植物材质优良,纹理直、色泽美观,耐腐,是珍贵的用材树种,广泛用于建筑、车辆、船板、地板、茶具、家具、雕刻等用材,被誉为“中国桃花心木”。红椿、毛红椿都是国家二级保护植物,是珍贵用材树种之一,木材赤褐色,纹理通直,质软,芳香,耐腐,木材比重0.50-0.57,适合为建筑、车舟、茶箱、家具、雕刻等用材,树皮含单宁,可提制栲胶^[8]。在生产实践利用中,椿属植物中的红椿、毛红椿、滇红椿、思茅红椿、香椿等木材都是优质用材,享有同等重要的地位,所以椿属植物的市场需求越来越大,从而导致椿属天然资源的过度利用,造成椿属植物自然资源稀少,人为破坏严重。椿属植物中的滇红椿天然种群水平空间分布相比红椿和毛红椿更为狭窄,且大多呈零星分布。

目前,对椿属植物中的香椿、红椿、毛红椿的文

献报道较多,涉及生理特性、生物学特性、苗期生长特性、育种、种群生态学、育苗技术、空间遗传结构、林分生长特性等内容,但对滇红椿的种内遗传变异或多样性研究尚未有文献报道。因此,本文将以前多年相关研究为基础,立足滇红椿及椿属类植物种内及种间的遗传变异研究,阐述滇红椿及椿属类植物的遗传变异研究进展,指出目前相关研究内容中存在的问题,并提出滇红椿下一步研究的发展方向。

2 滇红椿种质资源分布特点

2.1 水平分布

原天然分布于云南西南部、南部、中南部至东南部(河口)。目前集中栽培于我国四川、云南、广西、广东,模式标本采自云南^[7]。从分布范围看,主要集中在四川攀西地区的凉山州与攀枝花市,以凉山州德昌县、会理县、会东县、宁南县和攀枝花市的仁和区、盐边县、米易县较为集中^[10];在云南南部分布较广泛,其中以临沧市、红河州、文山州较为集中^[7]。详见图1和图2。



图1 滇红椿全国主要分布区示意图

2.2 垂直分布

滇红椿在海拔350 m~1 400 m(-2 100 m)的山谷、溪旁或山坡疏林中常见^[7]。从各分布区水平分布来看,四川垂直分布范围最广,从海拔550 m到1 900 m均有分布;贵州垂直分布范围最窄,仅480 m~1 000 m海拔区间有分布。滇红椿主要分布区

海拔梯度分布见图3。

从上面水平分布示意图可以看出,滇红椿重点分布区域集中在四川攀西地区、云南西南部、云南东南部与贵州南部及广西西部结合区域、广东有零星分布。在分布区内总体呈零星分布状态,成片林分存在较少。

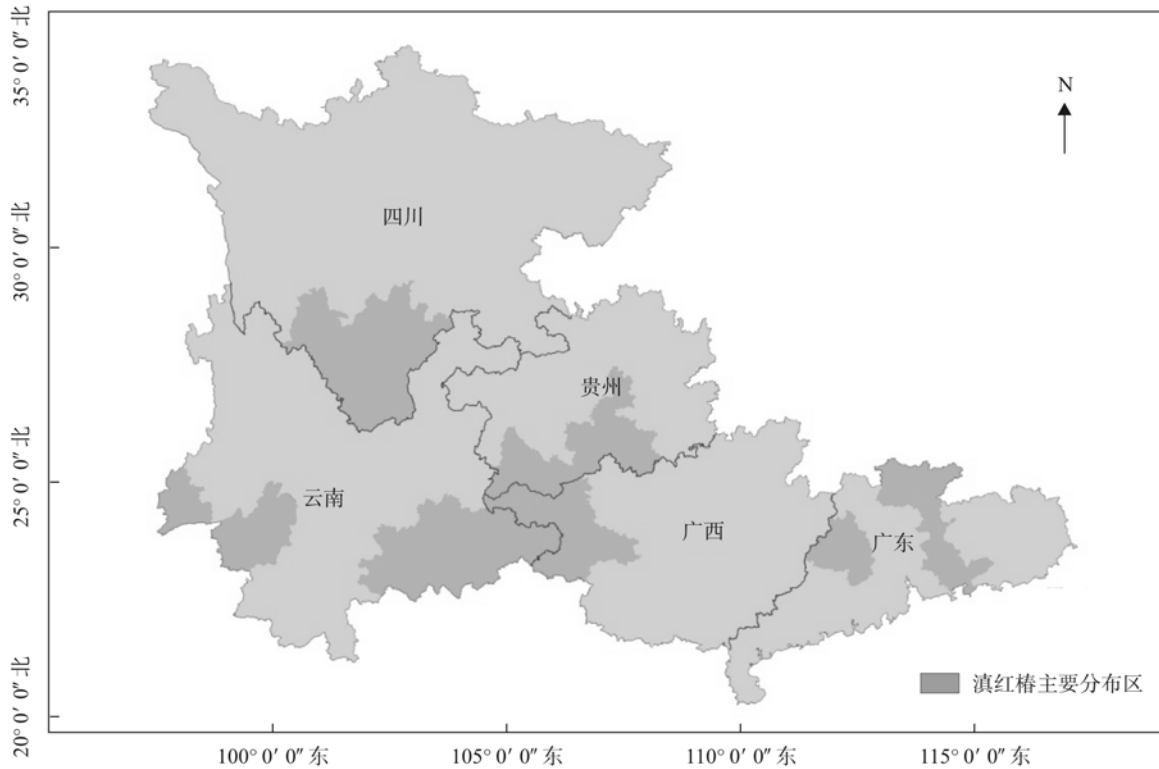


图2 滇红椿水平分布示意图

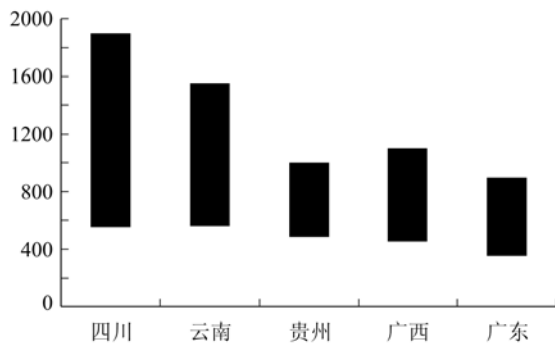


图3 滇红椿垂直分布统计图

3 研究树种概况

香椿属是楝科中一个较为重要的属,在过去很长一段时间被当作洋椿属(*Cedrela* P. Br.)中的一部分。其材质优良,纹理直、具光泽,为上等家具及室内装饰用材,被称为“中国桃花心木”,倍受人们青睐。其中红椿、毛红椿、滇红椿等是国家二级保护植物,为珍贵的用材树种,其木材赤褐色,纹理通直,质软,芳香,耐腐。该属植物的经济价值较高,具有极大的开发、利用潜力^[9]。

滇红椿是红椿的一个变种,属楝科香椿属植物^[7],与原种的区别是:小叶长4 cm~11 cm,宽2.5 cm~5 cm,最下一对卵形、最小,上部的卵状长圆形至卵状披针形,急渐尖,基部上侧圆形、较长,下侧渐狭;小叶柄长0.5 cm~1.5 cm。花瓣长5 mm,宽3

mm,外面多少被微柔毛。果长1.5 cm~2.5 cm,椭圆形,褐色,具细小皮孔。目前对于滇红椿的相关研究工作还非常薄弱,所能查阅到的资料也非常有限,因此本文拟对滇红椿所在香椿属植物的相关研究进展进行概述,进而对滇红椿下一步的研究工作进行展望。

4 国内外香椿属植物表型性状遗传多样性研究进展

4.1 表型性状遗传多样性研究价值

自然条件下,林木发生变异主要取决于其自身的生物生态学特性和外界环境的干预两个方面,因此,对于林木来说,认识和了解某一树种遗传多样性对其在生态系统中的相对稳定性状况、前景预测及其基因资源的监测、保护、合理利用以及遗传改良策略的制定皆有非常重要的意义^[11]。同时通过对树种遗传多样性的测定还可以了解种源的适应性、物种的起源和进化、基因资源的存在及分布状况^[12~15]。利用表型性状研究群体的遗传多样性具有简便、快速和节省费用等优点,更具综合性和实用性^[15~17]。表型性状可分为质量性状和数量性状,在数量性状变异中大部分是遗传变异,另一部分则是环境饰变的结果^[18]。

4.2 国内香椿属植物表型性状遗传多样性研究进展

香椿属植物在我国分布较为广泛,但对其中红椿及其变种的研究报道还不多,目前国内对于香椿

属植物遗传多样性的研究包括了天然居群空间遗传结构研究、繁殖特性与种群动态变化特征研究、种子形态特点与千粒重相关性研究、天然种质遗传资源收集保存研究、苗期生长量调查研究等。详见下表。

表 1

研究者	年份	主要研究内容	研究材料	目标/结论
黄红兰 ^[19]	2012	种群繁殖和种群更新	毛红椿天然群落	分析其有性、无性繁殖特性与种群动态变化特征
宗世贤 ^[20]	1988	毛红椿地理分布调查及幼树生长规律调查	不同地区毛红椿天然林分	为有效保护和开发利用这一珍贵树种提供了科学依据
刘军 ^[21]	2008	利用微卫星标记对毛红椿天然居群遗传结构进行研究	3 个天然居群 209 个毛红椿单株	提出了毛红椿天然居群空间遗传结构,制定了有效的保护措施
徐超然 ^[22]	2012	毛红椿种子形态特点和千粒重相关性研究	毛红椿种子和一年生枝条	毛红椿不同地理种源种子形态差异明显
刘军 ^[23]	2010	毛红椿天然林群落和物种多样性研究	毛红椿天然群落	毛红椿天然林群落的物种多样性丰富
文卫华 ^[24]	2012	对红椿优树幼苗苗期生长指标进行调查研究	20 个红椿优树子代	红椿半同胞家系间存在较为丰富的变异
张亚东 ^[25]	2013	对红椿实生苗木进行生长量调查	6 个红椿半同胞家系 1 年生实生苗木	家系间当年生苗高、地径、叶长、叶宽、叶长宽比的差异显著
孔超 ^[26]	2012	对毛红椿家系开展土盆栽试验	8 个毛红椿家系	毛红椿对于磷素环境极为敏感,不同家系干物质积累量在不同磷素水平下差异巨大
吴际友 ^[27]	2008	红椿无性系苗木水分生理、红椿家系苗木光合生理研究	红椿无性系和家系	通过水分生理研究、光合生理研究及家系选择研究,为红椿科学栽培提供理论依据
张纪卯 ^[28]	2008	毛红椿扦插试验	毛红椿 1 年生苗	不同部位插穗和 IBA 不同浓度处理插穗对扦插苗的成活率、苗高、地径生长影响显著
彭辉武 ^[29]	2012	对 2 年生毛红椿种源进行光合特性差异分析研究	Li-6400 光合系统测定仪、3 个 2 年生毛红椿种源	毛红椿的净光合速率 P_n 日进程曲线呈“双峰”型,在天气晴朗情况下有较明显的光合“午休”现象
黄红兰 ^[30]	2013	毛红椿结实特性及其生殖能力研究	毛红椿优良单株	大小年结实特性比较明显,但落花率超过 70%
徐海宁 ^[31]	2012	毛红椿天然林树高胸径材积生长特性研究	江西省宜丰县官山林区的毛红椿天然林	提出了树高 胸径材积生长规律和数量成熟年龄
付方林 ^[32]	2007	天然毛红椿林群落乔木层树种的总体相关性研究	天然毛红椿林群落乔木层	毛红椿的生长与其他乔木树种间没有直接的内在联系
刘军 ^[33]	2008	毛红椿优树子代苗期试验研究	江西宜丰毛红椿优树子代	通多对 8 个性状的调查分析,表明毛红椿半同胞家系间存在较为丰富的变异
刘军 ^[34]	2010	毛红椿家系造林试验研究	52 个毛红椿家系 3 年生幼林	毛红椿的树高、胸径、分枝数和分枝高度等 4 个性状在家系间均存在极显著差异
杨忠兴 ^[35]	2014	滇红椿造林栽培技术研究	云南省文山州西畴县的滇红椿人工林分	解决云南石山区造林树种单一、石山区造林难等问题
刘军 ^[36]	2011	对毛红椿开展了表型性状和生长性状的研究	毛红椿 13 个种源	无霜期和海拔是影响毛红椿种实大小的主要因素

4.3 国外香椿属植物表型性状遗传多样性研究进展

国外到目前为止未见有关对香椿属植物表型性状遗传多样性的研究报道,主要见于对香椿属植物的分类研究。根据《中国香椿属的研究》(周翔宇)^[9]表明,香椿属植物的分类经历了 3 个主要阶段,其中滇红椿的命名经过两次修订才最终得以确定。Casimir de Candolle 于 1908 年在《Rec. Bot. Surv., India》上发表,正式确认滇红椿 *Toona ciliata*

Roem. var. yunnanensis。

5 存在的问题

(1) 滇红椿原始天然林破坏严重,天然种质资源大大缩减,一些群体处于渐危或濒危状态,多样性相对贫乏,因此对滇红椿天然种质资源的变异程度和规律进行研究并加以保护,成为当前的迫切需要;

(2) 滇红椿天然分布区内群体遗传及群体分化

尚不清楚,种内遗传多样性的差异及分布不明了,可用的遗传背景信息很少,不能建立起科学实用的种质资源保护策略,树种遗传改良缺少充分必要的基础;

(3)滇红椿生态遗传学研究较为薄弱,群体生态适应性和林分稳定性的生态遗传学原理很难用于指导营林实践。

6 展望

滇红椿是红椿的一个变种,其水平分布范围较红椿及其它变种更为狭窄,目前国内外关于滇红椿的报道极其少见,仅见于滇红椿的种苗培育、栽培技术方面的报道,尚未见有关滇红椿遗传多样性及表型变异方面的报道。由于研究时间短,研究基础薄弱,使研究成果尚有许多不确定性,且比较零散,缺乏系统总结。

因此,建议在下一步滇红椿的相关研究中加强以下几方面的研究:(1)在查阅相关文献资料的基础上,根据椿属类植物水平分布和垂直分布的特点,重点立足四川和云南地区即川滇地区分布的滇红椿为研究对象,系统开展滇红椿天然种群种质资源调查,摸清该区域滇红椿天然种群种质资源的水平分布和垂直分布范围。(2)在对其水平分布范围进行全面调查的基础上进行典型调查取样,揭示其分布区内天然群体表型变异程度和变异规律,掌握分布区内滇红椿的生物学和生态学特性,为后续开展选择育种和制定种质资源保存策略提供科学依据。(3)建立滇红椿种质资源收集圃,扩大种质资源数量并在上述分布地区加大推广种植和保护、开发、利用力度。(4)木材物理力学性质是木材利用及木材价值的重要依据,滇红椿作为一种重要的用材树种,通过对川滇地区滇红椿的木材物理力学性质研究,以期在这个树种木材的开发和利用提供基础数据,进而开展与红椿及其它变种材性的比较研究。

参考文献:

- [1] CIANCARUSO M V, BATALHA M A, GASTON K J, et al. Including intraspecific variability in functional diversity [J]. *Ecology*, 2009, 90(1): 81 ~ 89.
- [2] 阎爱民, 陈文新, 首蓓, 等. 锦鸡儿根瘤菌的表型多样性分析 [J]. *生物多样性*, 1999, 7(2).
- [3] 顾万春, 王棋, 游应天, 等 (1996). *森林遗传资源学概论* [M]. 北京: 中国科学技术出版社.
- [4] 葛颂, 王海群, 张灿明, 等 (1997). 八面山银杉林的遗传多样性与群体分化 [J]. *植物学报*, 39(3): 266 ~ 271.
- [5] 邹喻苹, 葛颂, 王小东 (2001). *系统与进化植物学中的分子标记* [M]. 北京: 科学出版社.
- [6] Michelle RL, Westoby M and Jurado E (1995). Correlates of seed size variation [J]: a comparison among five temperate floras. *J. of Eco.* 83: 517 ~ 530.
- [7] 云南树木志编委会. *云南树木志(上)* [M]. 云南: 云南科技出版社, 1988: 749 ~ 750.
- [8] 中国科学院中国植物志编辑委员会. *中国植物志*第 43(3 卷) [M]. 北京: 科学出版社, 1996: 1846.
- [9] 周翔宇. *中国香椿属的研究* [D]. 南京: 南京林业大学, 2005.
- [10] 《四川植物志》编辑委员会. *四川植物志*第 21 卷 [M]. 成都: 四川出版集团, 四川科学技术出版社, 第一版 2012, 136.
- [11] 李毅. 东祁连山高寒地区柳灌丛群落及其优势种群结构与动态的研究 [D]. 甘肃农业大学草业学院, 2002.
- [12] 易能君, 施季森, 王明麻. 林木群体遗传多样性和多位点遗传结构 [J]. *生物多样性*, 1996, 4(3): 153 ~ 159.
- [13] 杨一平, 尹瑞雪, 张军利. 红皮云杉自然群体遗传多样性及遗传分化的研究 [J]. *植物学报*, 1993, 35(6): 458 ~ 465;
- [14] 陈存及, 代全, 林谢芳, 等. 乳源木莲天然林群落生物多样性研究 [J]. *福建林学院学报*, 2001, 21(4): 316 ~ 319.
- [15] 顾万春等. *森林资源遗传学概论* [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1998, 364 ~ 913.
- [16] 罗建勋, 顾万春. 云杉天然群体种实性状变异研究 [J]. *西北农林科技大学学报(自然科学版)*, 2004, 32(8): 60 ~ 66.
- [17] 李文英, 顾万春. 蒙古栎天然群体表型多样性研究 [J]. *林业科学*, 2005, 41(1): 49 ~ 56.
- [18] Salt DE, Prince RC et al. Mechanisms of cadmium mobility and accumulation in Indimustard [J]. *plant physiol*, 1995, 109, 1427 ~ 1430.
- [19] 黄红兰. 九连山自然保护区毛红椿天然种群生态学特征 [D]. 南昌: 江西农业大学, 2012.
- [20] 宗世贤, 陶金川, 杨志斌, 等. 毛红椿的生态地理分布及其在南京引种的初步观察 [J]. *植物生态学与地植物学学报*, 1988, 12(3): 222 ~ 231.
- [21] 刘军, 陈益泰, 孙宗修, 等. 基于空间自相关分析研究毛红椿天然居群的空间遗传结构 [J]. *林业科学*, 2008, 44(6): 45 ~ 52.
- [22] 徐超然, 韦堂灵, 李慧, 等. 毛红椿不同种源形态特性调查研究 [J]. *Value Engineering*, 2012, 14(2): 315 ~ 317.
- [23] 刘军, 陈益泰, 罗阳富, 等. 毛红椿天然林群落结构特征研究 [J]. *林业科学研究*, 2010, 23(1): 93 ~ 97.
- [24] 文卫华, 吴际友, 陈明皋, 等. 红椿优树子代苗期生长表现 [J]. *中国农学通报*, 2012, 28(34): 36 ~ 39.
- [25] 张亚东, 钟艺, 周国清, 等. 湖北恩施种源红椿不同家系育苗试验初报 [J]. *湖北林业科技*, 2013, 3: 17 ~ 20.
- [26] 孔超, 刘军, 姜景民, 等. 毛红椿不同家系磷素利用特性的研究 [J]. *林业科学研究*, 2012, 25(5): 590 ~ 596.
- [27] 吴际友. *红椿生理特性与家系选择研究* [D]. 长沙: 中南林业科技大学, 2012.

(下转第 53 页)

- 京:科学出版社,1992.
- [2] 龙汉利,覃志刚,刘福云,等.四川干旱河谷地区植被恢复研究进展[J].四川林业科技,2013,34(6):27~32.
- [3] 刘凯,曹昌楷,王守强,等.四川省干旱半干旱地区造林类型区划及植被恢复技术[J].四川林业科技,2015,36(4):59~64.
- [4] 李雪华,李晓兰,蒋德明,等.干旱半干旱荒漠地区一年生植物研究综述[J].生态学杂志,2006,25(7):851~856.
- [5] 费世民,王鹏,陈秀明,等.论干热河谷植被恢复过程中的适度造林技术[J].四川林业科技,2003,24(3):10~16.
- [6] 李东胜,罗达,史作民,等.四川理县杂谷脑干旱河谷岷江柏造林恢复效果评价[J].生态学报,2014,34(9):2338~2346.
- [7] 王金锡.四川西部干旱河谷的生态环境与退耕还林[J].四川林业科技,2001,22(1):27~31.
- [8] 坤清海.岷江干旱河谷造林树种选择[J].中国林业产业,2016(7):158~159.
- [9] 黎燕琼,郑绍伟,慕长龙.岷江上游干旱河谷白刺花等4种灌木的抗旱性研究[J].四川林业科技,2008,29(6):16~21.
- [10] 秦纪洪.干热河谷几种常见植物光合生理生态及其环境的适应性研究[D].成都:四川大学,2006.
- [11] 刘永祥,袁国安,温绍龙.干热河谷植被恢复模式探讨[J].林业调查规划,2005,30(增刊):24~26.
- [12] 王道杰,崔鹏,朱波,等.金沙江干热河谷植被恢复技术及生态效应—以云南小江流域为例[J].水土保持学报,2004,18(5):95~98.
- [13] 张金盈,徐云,苏春江,等.金沙江干热河谷植被恢复研究进展[J].水土保持研究,2005,2(6):101~104.
- [14] 杨忠,张信宝,王道杰,等.金沙江干热河谷植被恢复技术[J].山地学报,1999,17(2):152~156.
- [15] 晏兆莉,陈克明,陈建中,等.岷江干旱河谷的生态特征与植被恢复研究[J].世界科技研究与发展,2000,22(增刊):36~38.
- [16] 纪中华,李建增,沙毓沧,等.元谋干热河谷退化坡地罗望子人工林水土保持效益[J].水土保持学报,2001,15(4):62~66.
- [17] 余丽云.元谋干热河谷植被恢复造林树种选择研究[J].西南林学院学报,1997,17(2):49~54.
- [18] 向苹苇.5种灌木的抗旱性研究[D].雅安:四川农业大学,2013.
- [19] 樊国盛,邓莉兰,蔡发江,等.云南干热河谷常见非结瘤植物及其适应性研究[J].浙江林学院学报,1999,16(2):135~140.
- [20] 张尚云,高洁,傅美芬,等.金沙江干热河谷恢复植被与造林技术研究[J].西南林学院学报,1997,17(2):1~7.
- [21] 温绍龙,郎南军,曾觉民,等.金沙江干热河谷退耕地植被恢复模式初探[J].云南林业科技,2002,(1):10~14.
- [22] 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.
- [23] 张俊佩,郭浩,李国武,等.干热干旱河谷植被恢复技术探讨[J].世界林业研究,2006,19(3):77~80.
- [24] 李世东.干热干旱河谷区和黄土丘陵沟壑区退耕还林还草模式初步研究[J].北京林业大学学报,2002,24(3):35~38.
- [25] 周蛟.元谋干热河谷引种造林试验及树种选择研究[J].西南林学院学报,2000,20(2):78~84.
- [26] 林立金,龚文昌,杜伟明.水土保持植物在干热河谷的应用[J].中国水土保持,2008,(6):24~25.
- [27] 段爱国,张建国,何彩云,等.干旱胁迫下金沙江干热河谷主要造林树种盆植苗的蒸腾耗水特性[J].林业科学研究,2008,21(4):436~445.
- [28] 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.
- [29] 李强.金沙江干热河谷生态环境特征与植被恢复关键技术研究[D].西安:西安理工大学,2008.

~~~~~

(上接第21页)

- [28] 张纪卯,康木水,连书钗,等.毛红椿扦插育苗试验[J].西南林学院学报,2008,28(6):57~60.
- [29] 彭辉武,邓树波,谢湘萍,等.不同种源2年生毛红椿光合特性差异研究[J].江西林业科技,2012,1:1~4.
- [30] 黄红兰,张露,郭晓燕,等.九连山毛红椿种群的结实特性及其生殖力[J].林业科学,2013,49(7):170~174.
- [31] 徐海宁,李滋仁,叶金山,等.毛红椿天然林生长特性研究[J].江西林业科技,2012,5:1~3.
- [32] 付方林,张露,杨清培,等.毛红椿天然林优势种群的种间连结性研究[J].江西农业大学学报,2007,29(6):982~987.
- [33] 刘军,陈益泰,何贵平,等.毛红椿优树子代苗期性状遗传变异研究[J].江西农业大学学报,2008,30(1):64~67.
- [34] 刘军,陈益泰,姜景民,等.毛红椿优树自由授粉子代幼林生长表现[J].浙江林学院学报,2010,27(6):956~960.
- [35] 杨忠兴.西畴县石山区滇红椿栽培技术初探[J].中国林副特产,2014,1:44~45.
- [36] 刘军,张海燕,姜景民,等.毛红椿种实和苗期生长性状地理种源变异[J].南京林业大学学报,2011,35(3):55~59.