

连栽迹地巨尾桉高密植林生长量及生物量分析

骆栋卿¹, 余超凡¹, 黄明军¹, 温宇力², 吴庆标^{2*}

(1. 广西国有高峰林场, 广西南宁 530001; 2. 广西大学林学院, 广西南宁 530004)

摘要 [目的]探究高密植对巨尾桉生长量及生物量的影响。[方法]对桉树连栽迹地6年生巨尾桉高密植林(3 333株/hm²)、对照林(1 667株/hm²)的生长量和生物量进行分析。[结果]高密植林的平均树高、平均胸径、单株材积比对照林的小14.1%、19.6%、42.1%,但单位面积蓄积量比对照林的大11.3%;胸径分级中,密植林胸径<14 cm所占比例比对照林的大37.98%;树高分级中,密植林树高≥16.1 m所占比例比对照林的大34.70百分点;密植林的乔木层生物量比对照林大23.57 t/hm²,林下灌草层和枯落物层的生物量比对照林的少1.40 t/hm²,总生物量比对照林大22.17 t/hm²。[结论]连栽迹地上营造桉树密植林有利于蓄积量和生物量的积累,适合发展为纸浆林和生物质能源林。

关键词 连栽迹地;巨尾桉;高密植;生长量;生物量

中图分类号 S 792.39 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)21-0137-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.21.033



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Growth and Biomass Analysis of High Density Forest of *Eucalyptus urophylla* in Continuous Cultivation

LUO Dong-qing, SHE Chao-fan, HUANG Ming-jun et al (Guangxi Gaofeng Tree Farm, Nanning, Guangxi 530001)

Abstract [Objective] To study effects of high density forest planting on growth and biomass of *Eucalyptus urophylla*. [Method] The growth and biomass of a 6-year old *Eucalyptus grandis* high density forest (3 333 plants/hm²) and a control forest (1 667 plants/hm²) were analyzed. [Result] The results showed that the average tree height, average DBH and individual volume of high density forest were 14.1%, 19.6% and 42.1% lower than those of the control forest, but the total volume was 11.3% larger than that of the control forest. In DBH classification, the proportion of DBH<14 cm in high density forest was 37.98% higher than that in control forest. In the classification of tree height, the proportion of high density forest with tree height ≥16.1 m was 34.70% less than that of the control forest. The biomass of tree layer in high density forest was 23.57 t/hm² larger than that of control forest, the biomass of undergrowth shrub layer and litter layer was 1.40 t/hm² less than that of control forest, and the total biomass was 22.17 t/hm² larger than that of control forest. [Conclusion] The results indicated that the high density eucalyptus forest was beneficial to the accumulation of wood volume and biomass, which was suitable for the development of pulp forest and biomass energy forest.

Key words Continuous cultivation; *Eucalyptus urophylla*; High density forest; Growth; Biomass

桉树(*Eucalyptus*)具有生长快、产量高、干通直、轮伐短、效益好、用途广等优点,是全球热带和亚热带地区主要用材树种^[1-2],也是我国南方速生丰产林和工业原料林基地建设的战略性树种。广西气候温暖,热量和雨水充足,适合桉树生长,是我国桉树人工林发展的主要生产基地之一。广西桉树人工林的发展始于20世纪90年代初,大面积推广种植发展于“十一五”期间(2005—2010年)。截至2019年,我国桉树人工林面积突破546万hm²,居全球第2位,而广西桉树人工林面积达256万hm²,居全国首位^[3],年产桉树木材超过2100万hm²,约占全国的25%以上,在我国木材生产储备和供应方面发挥着重要作用^[4]。

在经历了十余年的发展之后,目前,桉树人工林分已出现2代、3代连栽林分,以及不同栽培模式、不同造林密度等林分。对桉树人工林不同造林密度、桉树连栽人工林生长特性和生物量生产力等方面的研究较多,但大部分只是基于不同代次、多品种、单密度或不同密度等研究^[5-10],对已经连栽2代的桉树连栽迹地开展高密植人工林种植的研究报道较少。为探讨桉树连栽迹地开展巨尾桉高密植人工林栽培的可行性,笔者于2014年3月在广西国有高峰林场六里分场

12林班桉树连栽迹地上建立了高密度林分(3 333株/hm²)和对照林分(1 667株/hm²)试验地,并于2016年4月对试验地2年生林分生物量生产力及土壤水文功能进行了研究,结果表明,密植林的生物量生产力、土壤水源涵养能力等比对照林略好^[11]。为进一步分析连栽迹地对高密植巨尾桉人工林生长的影响,笔者对达到采伐年龄的6年生同一试验地高密植林和对照林的生长量和生物量进行研究,旨在为桉树连栽迹地开展巨尾桉高密植人工林可持续经营提供理论参考。

1 试验地概况

1.1 自然条件 试验地位于广西国有高峰林场六里分场12林班,地处108°17'58"E,22°58'14"N。地貌以丘陵为主,海拔在150~500 m;气候属湿润的南亚热带季风气候,主要气候特点是炎热潮湿,阳光充足,雨量充沛,霜少无雪,夏长冬短,年平均气温在21.6℃,年均降雨量达1 304.2 mm,平均相对湿度为79%。土壤为砂岩发育而成的赤红壤,pH 4.5~5.0;土层厚度大于80 cm。调查时林下灌草层主要有蔓山秀竹(*Microstegium vimineum*)、路边青(*Clerodendrum bungei*)、潺槁树(*Litsea glutinosa*);草本类主要有五节芒(*Miscanthus floridulus*)、飞机草(*Eupatorium odoratum*)、胜红蓟(*Ageratum conyzoides*)、东方乌毛蕨(*Blechnum orientale*)、团叶铁线蕨(*Adiantum capillus-veneris*)等,林下植被覆盖度为50%~80%,枯落物层厚度为3~5 cm。

1.2 试验林的营造及管护措施 试验地桉树品种为广林9

基金项目 大学生创新创业训练计划项目(广西大学202010593324)。
作者简介 骆栋卿(1977—),女,广西横县人,工程师,硕士,从事人工林高产栽培技术研究。*通信作者,副教授,从事森林生态学研究。

收稿日期 2021-03-21; **修回日期** 2021-04-24

号,2014年3月种植,在尾巨桉采伐迹地(前茬第1代林为尾巨桉,2004年种植,第2代林为第1代林2008年砍伐第1轮后的萌芽林)营造第3代尾巨桉新造林。选择坡位、坡向等立地条件基本一致的地块分别建立高密植林(3333株/hm²)和对照林(1667株/hm²)标准地各3块,面积各1200m²,各处理四周保留2行缓冲带。造林后试验地密植林和对照林的经营管护措施相同,即管护3年,种植前每株施基肥500g/株,种植后第1、2、3年各施追肥1次,每次400g/株,抚育4次,第1年2次,第2、3年各1次,第1年抚育采用行间带铲(带内人工全铲,带外人工砍草),第2、3年使用除草剂除草。种植后30d进行带垦,即以植株为中心,在植株行间挖带,带宽130cm(距幼树上方垦65cm,下方垦65cm),深20cm。

2 研究方法

2.1 调查项目与方法

2.1.1 生长量调查。调查时间为2020年6月,在密植林和对照林分中各设置3个20m×20m标准地,对样地内林木进行每木检尺,测定林木胸径、树高,计算林分单株材积和林分蓄积^[12]。

$$V = C_0 \times D^{[C_1 - C_2 \times (D+H)]} \times H^{[C_3 + C_4 \times (D+H)]} \quad (1)$$

式中, V 为单株材积; D 为胸径; H 为树高; $C_0 = 0.000109154150$; $C_1 = 1.87892370$; $C_2 = 0.00569185503$; $C_3 = 0.65259805$; $C_4 = 0.00784753507$ 。

2.1.2 林分径阶株数统计。将每木检尺调查的林木按径阶

进行胸径和树高株数统计,分析林分的胸径、树高径级分布规律。

2.1.3 生物量调查。森林生物量的测定方法有收获法和估算法,收获法通过伐倒平均木直接测量获得,估算法则是通过生物量模型和估算参数等间接计算获得^[13]。在每木检尺的基础上,依据生物量模型估算乔木层生物量^[14]。

$$w = 1.884 \times 0.022x - 1.877 \times 10^{-6}x^2 + 3.262 \times 10^{-10}x^3 \quad (2)$$

式中, w 为生物量, $x = D^2 \cdot H$

林下灌草层和枯枝落叶层生物量调查采取“收获法”,即在样地内按对角线方向设4个样方重复(1m×1m),将样方内的灌草、枯枝、枯叶等进行分类装袋,并现场称取鲜重记录后带回实验室烘干,测定样品干重,从而计算出林下植被层和枯枝落叶层的生物量。

2.2 数据分析与处理 所有外业调查数据和室内分析的数据均采用Excel和SPSS进行统计分析。

3 结果与分析

3.1 生长量比较 由表1可知,6年生密植林的平均树高、平均胸径、平均单株材积均比对照林低,分别低14.1%、19.6%、42.1%,三者均表现出显著差异($P < 0.05$);但密植林的单位面积蓄积量比对照林的高11.3%。这与2016年4月调查该试验地2年生林分的平均胸径、平均树高、单株材积的规律基本一致^[11]。总之,造林密度低更有利于林木树高、胸径的生长;造林密度大,保存的株数相对较多,相应的蓄积量也大,2年生和6年生的蓄积量均为密植林大于对照林。

表1 巨尾桉林木生长指标

Table 1 Tree growth index of *Eucalyptus* plantation

林分类型 Stand type	平均树高 Average tree height/m	平均胸径 Mean DBH cm	保存密度 Preservation density 株/hm ²	平均单株材积 Average volume per plant/m ³ /株	蓄积量 Storage volume m ³ /hm ²
密植 Close planting	15.20±0.76 a	11.90±0.58 a	2497	0.08234±0.01100 a	205.60
对照 Contrast	17.70±0.32 b	14.80±0.23 b	1298	0.14226±0.01000 b	184.65

注:同列不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in same column indicate significant differences in different treatments ($P < 0.05$)

3.2 胸径级和树高级比较

3.2.1 胸径分级。图1显示,密植林的胸径级分布规律明显与对照不同。参照2013年广西国有森林经营单位森林资源规划设计调查技术规范,6年生巨尾桉密植林分胸径<14cm(小径材)所占比例为57.86%,≥14cm(大、中径材)所占比例为42.14%;而对照林相应的径级所占比例为19.88%、80.12%;密植林的小径材所占比例比对照林大37.98%,说明造林密度对胸径有较大影响。

3.2.2 树高分级。图2显示,6年生密植林树高分级中,4.1~16.0m所占55.85%,≥16.1m所占比例为44.15%;对照林对应分级所占比例分别为21.15%、78.85%。密植林为<16.1m占比高,而对照林为≥16.1m占比高。说明林分密度小,光照强,上层郁闭度小,更利于植株树高生长。

综合图1、2可知,密植林由于林木间相对生长空间较小,使林木胸径和树高生长受限。对照林密度小,林木间生长空间较大,更利于植株胸径、树高的生长。这与前期研究

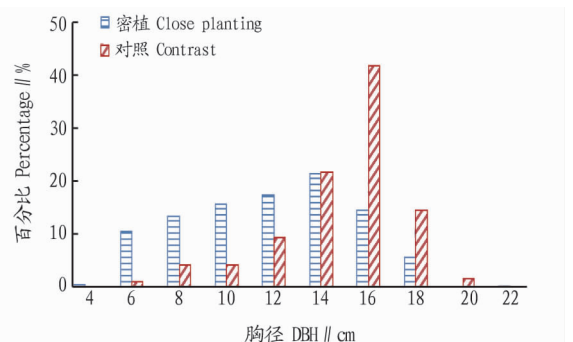


图1 巨尾桉试验林分胸径分级

Fig. 1 The DBH class of *Eucalyptus* plantation

对该试验林分2年生时的调查分析规律基本一致^[11]。

3.3 生物量比较 生物量是指一个有机体或群落在一定时间内积累的有机质总量^[15],用以评价林分整体生产力。林分总生物量为乔木层生物量与林下植被生物量之和^[3]。由表2可知,密植林的总生物量比对照林的略大。其中,密植

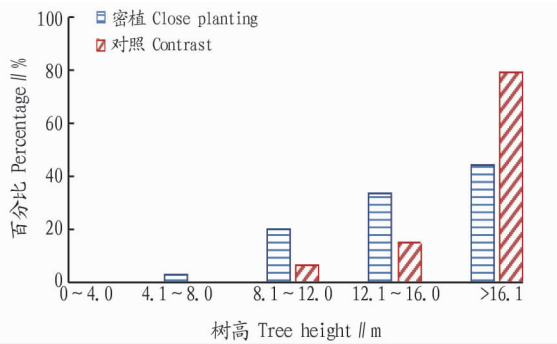


图2 巨尾桉试验林分树高分级

Fig. 2 The tree height class of *Eucalyptus* plantation

林的乔木层生物量比对照林大 23.57 t/hm^2 , 差异不显著 ($P > 0.05$)。对照林的灌草层、枯落物生物量比密植林略大, 差异不显著 ($P > 0.05$)。对照林密度小, 林分较为通透, 光线充足, 利于林下植被的生长。这说明造林密度对乔木层生物量和总生物量产生一定影响, 密度大其单位面积株数也多, 相应的生物量就大。

表2 巨尾桉试验林分的生物量统计

Table 2 Biomass of *Eucalyptus* plantation

林分类型 Stand type	保存密度 Preservation density 株/ hm^2	生物量 Biomass/ t/hm^2		
		乔木层 Arbor layer	灌草层 Shrub grass layer	枯落物层 Litter layer
密植 Close planting	2 497	145.71±23.66 a	3.24±0.38 a	6.95±0.77 a
对照 Contrast	1 298	122.14±10.06 a	3.41±1.75 a	8.18±3.40 a

注: 同列相同小写字母表示处理间差异不显著 ($P > 0.05$)

Note: The same lowercase letters in same column indicate no significant difference between different treatments ($P > 0.05$)

4 结论与讨论

该研究通过对桉树连栽迹地的 2 种不同密度 6 年生巨尾桉人工林的生长量和生物量进行分析, 结果表明, 桉树连栽迹地高密植林的平均胸径、平均树高、平均单株材积均比对照林小。胸径级、树高级表现出的分布规律与造林密度也有密切关系, 密植林小径材占比高, 对照林中径材占比高。然而, 蓄积量、乔木层生物量和总生物量则是密植林比对照林的略大, 这与其他研究结果相似^[16-18]。

只要采取科学施肥和合理的经营措施, 桉树连栽 (第 3 代新造林) 不会造成林分蓄积量的明显降低。该研究对照林的蓄积量达到 $184.65 \text{ m}^3/\text{hm}^2$, 密植林的蓄积量达到 $205.60 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 。对照林蓄积量与陈少雄等^[19]在广西东门林场 6.3 年 (1 代林) 尾巨桉的蓄积量 ($197.81 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) 接近, 是杨启军^[20]在同区域 (广西高峰林场六里分场) 测定 5 年生 3 代林 (2 代萌芽林) 蓄积量 ($97.6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) 的 1.89 倍, 而密植林与其 5 年生 1 代林的蓄积量 ($204.6 \text{ m}^3/\text{hm}^2$) 接近。

如果经营措施恰当, 连栽对低密度和高密度的桉树林分生物量也没有显著影响。该研究密植林与对照林的林分生物量分别为 155.90 、 133.73 t/hm^2 , 对照林是李况^[14]在广西七坡林场研究的 5 年生巨尾桉 1 代林同密度生物量 (83.34 t/hm^2) 的 1.60 倍, 与温远光等^[21]在广西东门林场研究的同密度 10 年生尾叶桉生物量 (144.85 t/hm^2) 接近, 是

叶绍明等^[9]在广西柳州测定的同密度 6 年生 1 代无性系尾巨桉林分生物量 (74.03 t/hm^2) 的 1.81 倍, 而密植林生物量是其测定的相似密度 (2500 株/hm^2) 林分生物量 (79.39 t/hm^2) 的 1.96 倍。桉树品系、立地条件和施肥措施等不同, 可能是造成这些差异的主要原因。

一般而言, 桉树主要用作建筑木材、家具用材、纸浆用材等。但随着能源科技的发展和碳中和的迫切需要, 高密植桉树人工林作为生物质能源林日益受到重视。森林是可再生资源, 一些发达国家已经开始对能源结构由传统能源向可再生能源进行改革^[22], 欧美发达国家对桉树作为能源树种进行了长期研究, 已证实桉树可作为生物质能源树种并加以利用^[23-24]。我国在能源树种方面的研究也有报道, 其中以桉树为主的生物质能源综合开发利用的研究较多^[25-28]。周群英等^[27]通过对短周期尾巨桉能源林生物量与能量特征的研究认为, 生物量是评价能源林产量的重要指标, 桉树作为能源林发展可适当密植; 许宇星^[28]通过研究 9 种高密度林分对桉树幼龄能源林生物量与热值的影响, 认为高密度林分生物量显著高于低密度林分生物量。由此可见, 基于未来生物质能源林的发展需要, 高密植桉树人工林具有较好的发展前景, 但对立地条件和合理密度的选择、桉树连栽迹地能否再进行高密度栽培、地力维持等仍需要进一步深入研究。

参考文献

- [1] FORRESTER D I. Growth responses to thinning, pruning and fertiliser application in *Eucalyptus* plantations: A review of their production ecology and interactions[J]. *Forest ecology and management*, 2013, 310: 336-347.
- [2] ZHOU X G, ZHU H G, WEN Y G, et al. Effects of understory management on trade-offs and synergies between biomass carbon stock, plant diversity and timber production in eucalyptus plantations [J]. *Forest ecology and management*, 2018, 410: 164-173.
- [3] 温远光, 左晓庆, 周晓果, 等. 除草剂对桉树人工林生物量和碳储量的影响[J]. *广西科学*, 2020, 27(2): 128-135.
- [4] 吴庆标, 张雨蒙, 陶日志, 等. 广西桉树人工林高产稳产影响因素及调控对策[J]. *安徽农业科学*, 2020, 48(18): 125-130.
- [5] 余雪标, 徐大为, 龙腾, 等. 连栽桉树人工林生长特性和树冠结构特征[J]. *林业科学*, 2000, 36(1): 137-142.
- [6] 朱宇林, 温远光, 谭萍, 等. 尾巨桉速生林连栽生长特性的研究[J]. *林业科技*, 2005, 30(5): 11-14.
- [7] 陈婷, 温远光, 孙永萍, 等. 连栽桉树人工林生物量和生产力的初步研究[J]. *广西林业科学*, 2005, 34(1): 8-12.
- [8] 李志辉, 陈少雄, 谢耀坚, 等. 林分密度对尾巨桉生物量及生产力的影响[J]. *中南林业科技大学学报*, 2008, 28(4): 49-54.
- [9] 叶绍明, 覃连欢, 龙滔, 等. 尾叶桉人工林生物量密度效应研究[J]. *安徽农业科学*, 2010, 38(21): 11594-11596, 11607.
- [10] 朱宇林, 温远光, 曹福亮, 等. 短周期尾巨桉连栽林分生产力的研究[J]. *江西农业大学学报*, 2006, 28(1): 90-94.
- [11] 骆栋卿. 高峰林场巨尾桉密植林生物量生产力及土壤水文功能研究[D]. 南宁: 广西大学, 2016.
- [12] 岑巨延, 赵泽洪, 莫祝平, 等. 广西速丰桉数表研制项目研究报告[R]. 广西林业勘测设计院, 2005.
- [13] WEST P W. *Tree and forest measurement* [M]. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- [14] 李况. 不同年龄桉树人工林生态系统碳氮储量分配特征[D]. 南宁: 广西大学, 2013.
- [15] 冯仲科, 罗旭, 石丽萍. 森林生物量研究的若干问题及完善途径[J]. *世界林业研究*, 2005, 18(3): 25-28.
- [16] 叶绍明. 广西桉树工业人工林经营模式研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2007.
- [17] 吴永富, 覃贵才, 程亮, 等. 尾巨桉无性系高密度造林试验初报[J]. *广西林业科学*, 2012, 41(2): 146-149.

对于西迁文化成为察布查尔锡伯自治县文化旅游品牌的倾向占比率最高为 45.050%,通过对本地历史文化旅游资源的了解,锡伯族的射箭文化、饮食文化、服饰文化在察布查尔锡伯自治县也起着举足轻重的作用,所以在发展的过程中对这几类文化的开发要做到齐头并进。

5 对策及建议

5.1 提高产业融合度 在现有的文旅资源基础上,要进一步挖掘文化旅游资源更深层次的内涵,不能只停留在所谓的文化表面^[13]。察布查尔锡伯自治县不仅有丰富的民俗风情,还蕴涵着丰富的历史文化,应该将这两者有机结合,打造独具特色的西迁文化和锡伯民俗风情相结合的文化旅游纪念品,并以此来打造品牌,产生品牌效应;察布查尔锡伯自治县是有名的箭乡,在景区就有体验射箭的项目,可以以此为基础,来打造射箭类文化旅游纪念品,还可以根据不同种类的箭设计出不同类别的文创产品。将文旅融合作为产业发展,积极探索文旅带动其他产业的可能性和联动性。

5.2 打造品牌文化活动 策划西迁文化节、弓箭比赛项目、锡伯饮食文化节等持续时间较长的周期性文化活动,可以以逐渐降低的运营成本吸引周期性游客,不断培育粉丝游客,以活动本身带动城市旅游。应该在传统民俗旅游品牌上多下功夫,挖掘民俗旅游资源,努力打造民俗文化类旅游品牌^[14]。如:可以将西迁文化节打造成全疆最具特色的节庆活动之一,可以吸收国内众多爱国人士参加此项活动。同时,将西迁文化作为红色旅游的主要组成部分之一,大力宣扬爱国主义精神。

5.3 合理规划配置文旅空间 县域文化旅游在开发设计旅游产品时应力求全面、多样、丰富,充分考虑旅游者的消费需求和心理的变化,改变县域文化旅游较为单一、观光产品一支独大的困境,建立“全链条”“全时空”的文化旅游产品体系。基于此,察布查尔锡伯自治县文化旅游发展应立足于本地资源优势,利用较丰富的文化旅游资源和地处伊宁周边的地理位置优势,通过建设以核心景区,发展民俗体验、古城古镇、史前遗址、特色民族民俗园为重点的,以文化旅游品牌为主体的特色化、差异化、多元化的旅游产品体系^[15]。如察布查尔锡伯自治县的锡伯民俗风情园景区可以通过射箭、刺绣、观光等旅游项目来实现对当地民族文化的了解和历史事件的有机串联,推动文化旅游的全面发展。努力打造特色小

镇,提高区域的综合性,满足游客的多种需求,延长游客停留时间,创造更高的经济社会效益。将文化贯穿于旅游的“食、宿、行、游、购、娱”,最终形成以文化为龙头的“文、旅、商”一体化协同可持续发展模式^[16]。

5.4 树立品牌意识,多渠道加强推广 注重新媒体的宣传功能,善用网络资源推广宣传。善用微信、微博、抖音、快手等新媒体平台宣传县域旅游文化特点,通过开发 IP 打造稳定的品牌形象,制订相应广告推广方案,重点强调“特色”,同时发动当地居民对本地文化旅游的宣传;联络各地旅行社,建立项目衔接。要对景区导游人员进行针对性培训,使其熟悉当地民俗事项,了解当地发展的历史事实以及锡伯族西迁史,在讲解的过程中对游客进行宣传^[17]。

参考文献

- [1] 史猛. 协同理论视角下兵地融合发展研究[D]. 石河子:石河子大学, 2017.
- [2] 王燕. 反恐维稳视角下伊犁河谷高中政治——《文化生活》课程资源的开发利用研究[D]. 伊宁:伊犁师范学院, 2018.
- [3] 韩彩霞. 文旅融合背景下文化旅游品牌的构建策略探微[J]. 江西电力职业技术学院学报, 2018, 31(4): 151-152.
- [4] 任江, 石鑫. 新疆旅游跑出高质量发展“加速度”[N]. 新疆日报(汉), 2019-04-08(1).
- [5] 杨继芳. 新疆兵团保护性耕作技术推广应用的影响因素研究[D]. 石河子:石河子大学, 2018.
- [6] 杨佩, 李凯悦. 用休闲农业绘出乡村振兴新蓝图:省政协召开“打造我省休闲农业与乡村旅游特色品牌”月协商座谈会[J]. 协商论坛, 2019(11): 21-22.
- [7] 察布查尔县县情介绍[EB/OL]. (2019-07-17)[2020-11-05]. <http://www.xjebcr.gov.cn/mljx/about/xqjs.htm>.
- [8] 魏雪玲. 伊犁本土文化作为高中语文校本课程资源开发的研究[D]. 伊宁:伊犁师范大学, 2019.
- [9] 张玉祥. 锡伯族非物质文化遗产档案式保护研究[J]. 山西档案, 2014(4): 97-100.
- [10] 金海龙. 主持人语:休闲旅游与文化产业的融合之路[J]. 湖北理工学院学报(人文社会科学版), 2015, 32(2): 22.
- [11] 张朝枝, 朱敏敏. 文化和旅游融合:多层次关系内涵、挑战与践行路径[J]. 旅游学刊, 2020, 35(3): 62-71.
- [12] 刘安乐, 杨承玥, 明庆忠, 等. 中国文化产业与旅游产业协调态势及其驱动力[J]. 经济地理, 2020, 40(6): 203-213.
- [13] 李红. 全域旅游视阈下县域旅游发展探究:以安徽省霍山县为例[J]. 泰州职业技术学院学报, 2016, 16(1): 50-53.
- [14] 徐媛, 陈婧. 文旅融合背景下的文创产品开发设计研究[J]. 智库时代, 2020(5): 9-10.
- [15] 王庆生, 贺子轩. 我国文化和旅游融合发展研究新进展述评[J]. 河南工业大学学报(社会科学版), 2019, 15(6): 61-69.
- [16] 汪曼, 周佳. 城市商业街旅游形象感知的可视化分析及提升策略[J]. 北京财贸职业学院学报, 2019, 35(5): 28-34.
- [17] 王丽. 文旅融合背景下苏州民俗文化资源及其旅游开发探析[J]. 旅游纵览, 2019(16): 84-85.

(上接第 139 页)

- [18] 姚东和, 杨民胜, 李志辉. 林分密度对巨尾桉生物产量及生产力的影响[J]. 中南林业学院学报, 2000, 20(3): 20-23.
- [19] 陈少雄, 李志辉, 李天会, 等. 不同初植密度的桉树人工林经济效益分析[J]. 林业科学研究, 2008, 21(1): 1-6.
- [20] 杨启军. 多代更新巨尾桉对土壤特性及林木生长的影响[D]. 长沙:中南林业科技大学, 2014.
- [21] 温远光, 梁宏温, 招礼军, 等. 尾叶桉人工林生物量和生产力的研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2000, 8(2): 123-127.
- [22] JONSSON A, HILLRING J B. Planning for increased bioenergy use—Evaluating the impact on local air quality[J]. Biomass and bioenergy, 2006, 30(6): 543-554.
- [23] TURN S, SMITH L, KOCH N, et al. Energy analysis of *Eucalyptus grandis* production in Hawaii[J]. Journal of renewable & sustainable energy, 2014, 6(4): 1250-1260.
- [24] DA CUNHA T Q G, SANTOS A C, NOVAES E, et al. *Eucalyptus* expansion in Brazil: Energy yield in new forest frontiers[J/OL]. Biomass and bioenergy, 2021, 144[2020-09-25]. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105990>.
- [25] 陈少雄, 刘杰锋, 孙正军, 等. 桉树生物质能源的优势、现状和潜力[J]. 生物质化学工程, 2006, 40(S1): 119-128.
- [26] 韩斐扬, 周群英, 陈少雄. 雷州半岛桉树能源林品种选择与评价[J]. 西北林学院学报, 2013, 28(1): 77-81, 85.
- [27] 周群英, 陈少雄, 韩斐扬, 等. 短周期尾叶桉能源林生物量与能量特征研究[J]. 热带亚热带植物学报, 2013, 21(1): 45-51.
- [28] 许宇星. 高密度尾叶桉生物量与能量变化规律研究[D]. 北京:中国林业科学研究院, 2013.