

不同生长状况对云南松产脂的影响

王瑞苓¹, 吴春华², 刘祥义², 刘建祥³

(1. 西南林业大学林学院, 云南昆明 650224; 2. 西南林业大学化学工程学院, 云南昆明 650224; 3. 西南林业大学生态与环境工程学院, 云南昆明 650224)

摘要 松脂是松属植物产生的一种重要化工原料, 市场需求量很大, 但目前云南松采脂不科学造成松脂产量很低, 松脂供不应求。以云南双柏县云南松林为研究对象, 研究其生长状况对产脂的影响。结果表明: 云南松生产力较低的林地, 采脂松树宜选树高 10 m 以上, 胸径在 21 cm 以上, 树皮厚度 0.6 cm 以上, 产脂树龄 40 a 以下, 适当缩短采脂年限, 有利于云南松的可持续性采脂。

关键词 松脂; 生长状况; 云南松; 产脂

中图分类号 S 791.257 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2021)03-0116-03

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.03.031



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Effects of Different Growth Index on Resin Production of *Pinus yunnanensis* Franch.

WANG Rui-ling¹, WU Chun-hua², LIU Xiang-yi² et al (1. College of Forestry, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224; 2. College of Chemical Engineering, Southwest Forestry University, Kunming, Yunnan 650224)

Abstract Resin is an important chemical raw material produced by *Pinus* plants, with a large market demand. However, at present, the unscientific resin extraction on *Pinus yunnanensis* results in a low output of resin and a short supply. In this study, *P. yunnanensis* forest in Shuangbai County of Yunnan Province was taken as the research object to study the effect of its growth index on the production of resin. The results showed that for the forest land with low productivity of *P. yunnanensis*, the suitable tree height, DBH, bark thickness and resin producing tree age should be more than 10 m, 21 cm, 0.6 cm and less than 40 a, respectively. Shortening the time of collecting resin properly is beneficial to the sustainable extraction of resin of *P. yunnanensis*.

Key words Resin; Growth index; *Pinus yunnanensis*; Resin production

松脂是松属植物(*Pinus*)所产的一种重要次生代谢产物, 当松树受到机械损伤或者昆虫取食及微生物入侵时, 可以起到防卫作用^[1-5]。同时, 松脂还是一种重要的化工材料, 可以用来生产松香和松节油, 广泛应用于化工、建筑、食品、医药、香料等多个行业^[3-8]。云南松(*Pinus yunnanensis* Franch.) 分布于西藏东部、四川西部及西南部、云南、贵州西部及西南部和广西西北部海拔 1 000~3 200 m 的地区^[9], 是西南地区最主要的采松脂树种^[10-14]。近年随着工业的发展, 松脂的需求量不断增加, 但因云南松采脂方法不当, 树木产脂衰退等造成松脂供不应求, 价格不断攀升。研究不同生长状况对云南松产脂的影响, 对于云南松的合理科学采脂具有迫切的现实意义, 对云南松松脂产业的可持续性发展也具有指导意义。

1 材料与与方法

1.1 试验地概况及样树选择 于 2018 年 3—9 月, 选择云南省楚雄彝族自治州双柏县县城西南 20 km 处的云南松松林为试验样地(101°03'E、24°14'N, 海拔 2 005 m)。样地上云南松生长茂盛, 整片松林已为成熟林, 符合云南松采脂树的基本要求, 该林地是楚雄彝族自治州双柏片区重要的采脂林区, 约有 33.33 hm², 选择一处阳坡上的 600 株云南松作为试验样树, 编号。

1.2 样树生长指标测量 根据覃标等^[6]的方法对云南松样树每一株的树高、胸径、树龄、冠幅进行测量, 并检测各株树的树皮厚度。样树中有 200 株在此前经过不同程度的割脂,

对旧割口的长度进行测量。

1.3 松脂采集 对云南松样树每 3 d 割一刀, 任松脂自然流入松脂收集器中, 每月收集 1 次松脂, 称重, 收集共 6 个月的松脂, 统计总产脂量, 算平均值。

2 结果与分析

2.1 树高对云南松产脂的影响 根据测量得到的云南松树高, 将其分为 4 个高度区间: >6~8、>8~10、>10~12 m 和 >12 m。由图 1 可知, 随着云南松高度的增加, >8~10、>10~12 m 较 >6~8 m 的产脂量不断增加, 增脂率分别为 8.11%、45.43% 和 9.75%。由此可见, 云南松树高达 10 m 以上时, 产脂量急剧增加。综合考虑到生长年限及成本, 可以以 10 m 为标准, 作为云南松的采脂初始高度, 这样可以达到最大采脂效益。

2.2 胸径对云南松产脂的影响 根据胸径将云南松分为 4 个区间: >12~15、>15~18、>18~21 和 >21 cm。由图 2 可知, 随着云南松胸径的增加, 产脂量逐渐增加, >15~18、>18~21、>21 cm 较 >12~15 cm 的增脂率分别为 3.07%、3.92% 和 17.65%。在 21 cm 以下, 随着胸径增加, 增脂效果较小(小于 5%), 而大于 21 cm, 松树产脂有着大幅度上升, 可见 21 cm 应该作为此片云南松树采脂的初始胸径。《松脂生产采集规程》规定, 采脂松树的胸径必须达 20 cm 以上, 而在此试验中发现, 该片云南松林胸径 20 cm 左右的松树产脂并不高, 而达到 21 cm 以上产脂有大幅度提升。该片山林是一片人工次生林, 松林生产力较低, 土质较贫瘠, 且双柏县降水相对较少。据此推测, 在自然环境不好、云南松林生产力较低的情况下, 适当提高采脂的最低胸径(由 20 cm 提高到 21 cm), 可以达到更好的采脂效果。

基金项目 “十三五”国家重点研发计划项目“高产脂松脂原料林及松脂减排减损加工技术示范”(2018YFD0600401)。

作者简介 王瑞苓(1978—), 女, 河北霸州人, 讲师, 在读博士, 从事植物生理及病理方面的研究。

收稿日期 2020-07-14

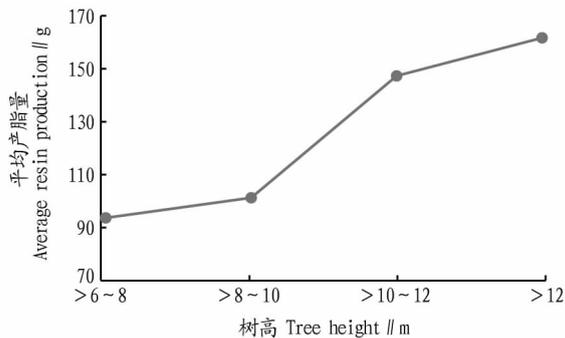


图1 树高对云南松产脂的影响

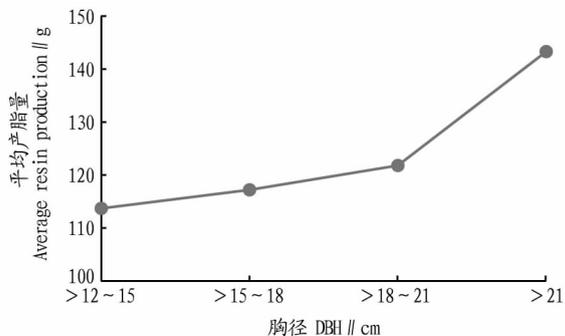
Fig. 1 Effects of tree height on the resin production of *P. yunnanensis*

图2 胸径对云南松产脂的影响

Fig. 2 Effects of DBH on the resin production of *P. yunnanensis*

2.3 冠幅乘积对云南松产脂的影响 试验地的云南松林在过去很长一段时间内人工管理不善,松林生长不均匀,树冠形状各异,彼此间的差距极大,仅凭最大的冠幅长度很难反映松树的生长状况。采用冠幅乘积(长冠幅×短冠幅)更能反映树冠生长的实际情况。将冠幅乘积分为4个区间:<50、50~100、>100~150和>150 m²。由图3可知,随着冠幅乘积的增加,松脂产量逐渐增加,50~100、>100~150和>150 m²较<50 m²的增脂率分别为25.11%、48.74%和20.64%。在冠幅乘积小于100 m²时,松脂的月产量低于85 g,而冠幅乘积超过100 m²时,松脂的月产量超过120 g。云南松靠树冠进行光合作用,光合作用直接决定松脂的产量,因此在产脂过程中还要根据松树树冠的生长状况判断可否进行采脂。

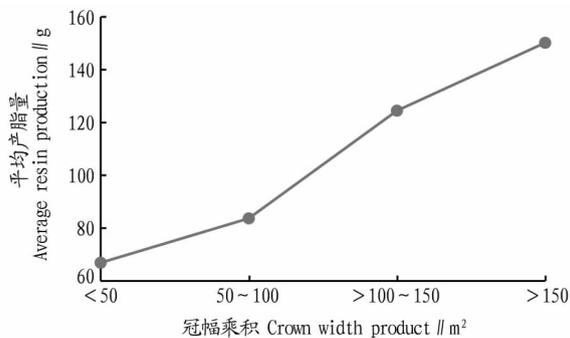


图3 冠幅乘积对云南松产脂的影响

Fig. 3 Effects of crown width product on the resin production of *P. yunnanensis*

2.4 树龄对云南松产脂的影响 试验林地的云南松生长状

况不佳,以25 a作为试验林的选择起点。将其年龄段分为25~30、>30~35、>35~40 a和大于40 a。由图4可知,30~35 a树龄段的云南松产脂量大于35 a的以下的,而超过35 a的云南松产脂急剧下降,>40 a树龄的云南松月产脂仅为90 g,比30~35 a的云南松产脂降低了31.29%。故推测类似于试验地的云南松林适宜采脂树龄在25 a以上,超过40 a树龄的云南松产脂下降很大,不宜进行采脂。

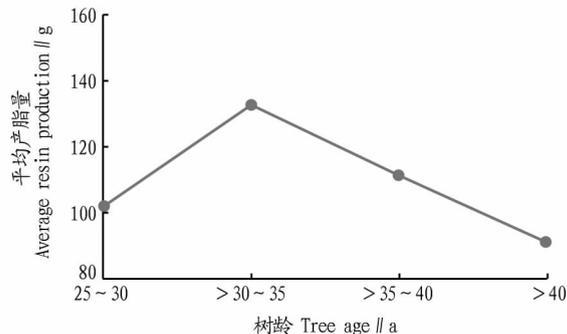


图4 树龄对云南松产脂的影响

Fig. 4 Effects of tree age on the resin production of *P. yunnanensis*

2.5 树皮厚度对云南松产脂的影响 通过对云南松树皮预割脂试验发现,在试验地生境下,各株试验样树的树皮厚度相差很大,范围在0.5 cm以上。将树皮厚度分为4个区间:0.5~0.6、>0.6~0.7、>0.7~0.8和>0.8 cm。由图5可知,随着树皮厚度的增加,云南松产脂量也有所增加,>0.6~0.7、>0.7~0.8和>0.8 cm较0.5~0.6 cm的增脂率依次为18.49%、11.93%和6.42%。可见树皮厚度与云南松的产脂也具有相关性,可以将其作为一个指标衡量采脂林产脂能力。

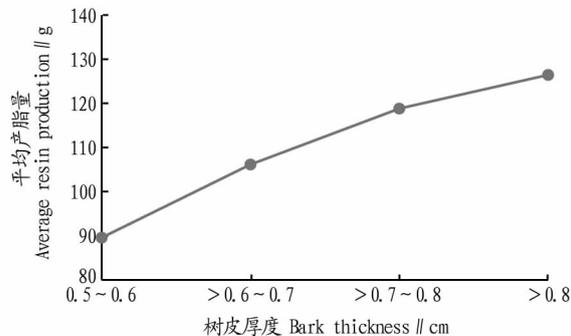


图5 树皮厚度对云南松产脂的影响

Fig. 5 Effects of bark thickness on the resin production of *P. yunnanensis*

2.6 旧割口长度对云南松产脂的影响 试验地有相当一部分样树前期进行过不同时间、不同程度的采脂。而这部分样树树龄均在30 a左右,树高相对较高,生长状况较为一致。在近2年内均未进行割脂,旧割口颜色较深,韧皮部有部分裸露。松脂是韧皮部树脂道产生的,采脂亦会对松树产生伤害。故旧割口的长度很可能对松树产脂造成影响,即便这些松树已经停止割脂2年以上。由图6可知,随着旧割口长度的增加,松树产脂量逐渐减少,>15~18、>18~21和>21 cm较13~15 cm的减脂率分别为4.76%、12.05%和19.20%。可

以看出,旧割口越长,松树树脂分泌下降幅度越大,但旧割口长度在 21 cm 以上时,树脂月产量均在 100 g 以上,但超过 21 cm,树脂产量就急剧下降。通过询问林地主人知道 21 cm 割口长度以上云南松经过了 7~8 a 的割脂(因割口处的树皮有所生长,故比实际造成的割口短)。可以预见这一块云南松林的割脂年限比混交云南松林低。

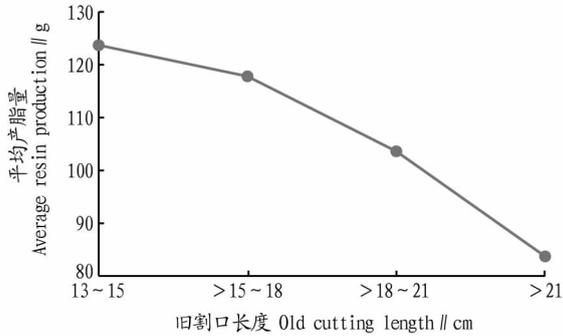


图 6 旧割口长度对云南松产脂的影响

Fig. 6 Effects of old cutting length on the resin production of *P. yunnanensis*

3 讨论

试验地的云南松林是 20 世纪 80 年代开始种植的一块人工林,当初的营造理念和手段相对低下,林分结构不合理,密度过大,后期的抚育管理也未跟上,这导致试验林地的生产力低下,产脂量相对较低,采脂年限也有所降低,这在云南省的云南松林中是一种比较常见的现象。对于低产云南松林,要严格把控松树生长状况指标进行采脂,当树高在 10 m 以上,胸径在 21 cm 以上,冠幅乘积在 100 m² 以上,树皮厚度在 0.6 cm 以上时进行采脂较为适宜。超过 40 a 树龄的云南松不适宜采脂,且要适当缩短采脂年限。

树脂是重要的一种化工原料,目前供不应求,这与云南

松松林培育、抚育不当,采脂不规范,不尊重云南松的产脂规律,不根据其生长状况科学采脂有很大的关系。科学营造林,科学采脂,选育高产脂树种,研发有效的营养型增脂剂是实现云南松树脂产业发展及云南松采脂可持续发展的重要手段。

参考文献

- [1] 李青青,段焰青,叶辉,等. 针叶树对小昆虫的防御机制[J]. 中国森林病虫害,2007,26(6):21-24,44.
- [2] HUDGINS J W,CHRISTIANSEN E,FRANCESCHI V R. Induction of anatomically based defense responses in stems of diverse conifers by methyl jasmonate:A phylogenetic perspective[J]. Tree physiology,2004,24(3):251-264.
- [3] CHENG C H,ZHOU F Y,LU M,et al. Inducible pine rosin defense mediates interactions between an invasive insect-fungal complex and newly acquired sympatric fungal associates[J]. Integrative zoology,2015,10(5):453-464.
- [4] KARST J,ERBILGIN N,PEC G J,et al. Ectomycorrhizal fungi mediate indirect effects of a bark beetle outbreak on secondary chemistry and establishment of pine seedlings[J]. New phytologist,2015,208(3):904-914.
- [5] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典:2000 年版[M]. 北京:化学工业出版社,2000.
- [6] 覃标,吴万方,韦树明. 树脂如何增产[J]. 中国林业,2007(1):58.
- [7] 刘莉,饶小平,宋湛谦,等. 我国松香改性产品及其应用的专利研究新进展[J]. 生物质化学工程,2015,49(2):53-58.
- [8] YU C L,CHEN C W,GONG Q H,et al. Preparation of polymer microspheres with a rosin moiety from rosin ester, styrene and divinylbenzene[J]. Polymer international,2012,61(11):1619-1626.
- [9] GU Y,CHEN Y,ZHAO Z,et al. Study on chromatocytic variation relationships of rosin under high temperature treatment[J]. Advanced materials research,2012,396/397/398:1157-1163.
- [10] 彭慧娟,桑军,王春华,等. 季铵盐的抑菌性及其对原皮防腐效果的研究[J]. 中国皮革,2015,44(9):19-23,38.
- [11] HAN G C,HAN Y,WANG X Y,et al. Synthesis of organic rectorite with novel Gemini surfactants for copper removal[J]. Applied surface science,2014,317(30):35-42.
- [12] 吴征镒,朱彦承,姜汉桥. 云南植被[M]. 北京:科学出版社,1987:17-419.
- [13] 左宋林. 林产化学工艺学[M]. 北京:中国林业出版社,2019.
- [14] 孟宪宇. 测树学[M]. 3 版. 北京:中国林业出版社,2006:23-115.
- [15] 关系研究[J]. 河北果树研究,2013,28(1):23-27.
- [16] 田军. 华北落叶松和樟子松树高与胸径的相关性研究[J]. 安徽农学通报,2011,17(22):72,76.
- [17] 余杨春,袁彩霞. 六盘山华北落叶松人工林生长规律研究[J]. 农业科学,2014,35(3):10-14.
- [18] 王正安,邸利,王彦辉,等. 六盘山叠叠沟小流域 4 种植被土壤层水文调节功能的综合评价[J]. 干旱区资源与环境,2017,31(11):181-187.
- [19] 杜阿朋,于澎涛,王彦辉,等. 六盘山北侧叠叠沟小流域土壤物理性质空间变异的研究[J]. 林业科学研究,2006,19(5):547-554.
- [20] 张桐. 六盘山林区四种植被类型对土壤物理性质的影响研究[J]. 山西水土保持科技,2019(3):11-13,20.
- [21] 刘彬彬. 六盘山叠叠沟小流域两种典型植被的主要蒸散特征研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2015.
- [22] 刘延惠,王彦辉,于澎涛,等. 六盘山主要植被类型的生物量及其分配[J]. 林业科学研究,2011,24(4):443-452.
- [23] 刘建立,王彦辉,于澎涛,等. 六盘山叠叠沟小流域华北落叶松人工林的冠层降水再分配特征[J]. 水土保持学报,2009,23(4):76-81.
- [24] 耿胜慧,李亚光,蒋航,等. 云蒙山不同密度下橡树胸径与树高的关系研究[J]. 湖南农业科学,2011(13):143-144.

(上接第 115 页)

为 $H=2.411+1.425D-0.039D^2+0.000427D^3$ (H 为树高, D 为胸径), 树高-冠幅最优回归方程为 $H=0.299G^{0.814}$ (H 为树高, G 为冠幅), 材积-胸径最优回归方程为 $V=0.000204D^{2.406}$ (V 为材积, D 为胸径)。

参考文献

- [1] LEI X D,PENG C H,WANG H Y,et al. Individual height-diameter models for young black spruce(*Picea mariana*) and jack pine(*Pinus banksiana*) plantations in New Brunswick, Canada[J]. The forestry chronicle,2009,85(1):43-56.
- [2] 王晓林,郭斌. 柞树树高与胸径相关关系的研究[J]. 森林工程,2012,28(6):18-21.
- [3] 马小欣,姜鹏,马娇娇,等. 沿坝地区华北落叶松胸径-树高生长模型的研究[J]. 林业资源管理,2015(1):44-48,105.
- [4] 何腾飞. 华北地区三个主要树种生长模型研究[D]. 北京:北京林业大学,2015.
- [5] 席常新,郭万军,方旭,等. 燕山山地华北落叶松不同测树因子之间的