



周俊宏, 王子芝, 吴文君, 等. 不同割漆方式对漆树产漆性能的影响[J]. 江西农业大学学报, 2021, 43(2): 364–370.

ZHOU J H, WANG Z Z, WU W J, et al. Effects of different cutting methods on the properties of lacquer production[J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2021, 43(2): 364–370.

不同割漆方式对漆树产漆性能的影响

周俊宏, 王子芝, 吴文君, 李立, 廖声熙*

(中国林业科学研究院 资源昆虫研究所, 云南 昆明 650223)

摘要:【目的】为提高漆树生漆产量, 科学合理割漆, 促进漆林可持续经营。【方法】以四川宜宾明威乡种植基地立地条件、生长状况基本一致的漆树品种‘盛禾绿漆’幼龄漆树林为试验材料, 采用不同间隔期与刀数的割漆方法, 测定漆树生漆产量, 探讨2个割漆因子对漆树产漆量的影响。【结果】(1)不同割漆间隔期的生漆产量均有明显差异, 在不同间隔割漆模式下, 模式3间隔7 d的生漆产量最高, 平均单株产漆量可达73.07 g, 表现出稳产性和高产性, 建议推荐为生产中采用的割漆间隔模式;(2)不同割漆刀次的产漆量随着刀数次序递增, 漆树生漆产量先增加后降低, 在第6刀次时达到单刀产量最大值18.03 g, 可占全年生漆总产量25%以上;(3)建立的单株割漆刀数与单口产漆量的二次回归模型, R^2 为0.772, 该模型较好地反映了生产季漆树的泌漆规律, 可以用来预测漆树的全年产漆量。【结论】研究初步证明了割漆间隔期、割漆刀数与漆树生漆产量存在显著相关关系, 在漆林的生产经营中应该采用适当的割漆技术参数, 有利于漆林丰产经营, 提高生产效率。

关键词:漆树; 割漆方法; 生漆; 产量; 相关性

中图分类号:S794.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-2286(2021)02-0364-07

Effects of Different Cutting Methods on the Properties of Lacquer Production

ZHOU Junhong, WANG Zizhi, WU Wenjun, LI Li, LIAO Shengxi*

(Research Institute of Resource Insects, Chinese Academy of Forestry, Kunming 650223, China)

Abstract: [Objective] *Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F. A. Barkley is an important economic tree native to China with high social and economic value. The raw lacquer secreted from the bark of the lacquer tree is known as the king of paint, which is an important raw material for modern industry, agriculture, military industry and other industries. In recent years, with the increasing demand for natural and environmentally friendly lacquer products, the number of lacquer trees is shrinking due to excessive and unreasonable lacquer cutting. In order to propose a healthy and reasonable method of lacquer cutting, to increase the yield of raw lacquer, to extend the production life of lacquer trees, to cut lacquer scientifically and rationally, to promote sustainable management of lacquer forest and also provide a reliable scientific basis for sustainable utilization of lacquer tree, cutting method and its relevance with raw lacquer were studied. [Method] To explore the ways to improve the yield of raw lacquer by different cutting techniques, this study took the 4–5 years old young lacquer tree of tree

收稿日期: 2020-09-07 修回日期: 2020-12-14

基金项目: 国家自然科学基金项目(31570590)

Project supported by the National Natural Science Foundation of China(31570590)

作者简介: 周俊宏, orcid.org/0000-0002-8207-6310, zjh061836@163.com; *通信作者: 廖声熙, 研究员, 博士, 主要从事林草资源培育与经营技术研究, orcid.org/0000-0003-0523-6138, cafliao@163.com。

species “Shenghe green paint” with the same site condition and growth condition in Yibin, Sichuan province as the experimental material. In this paper, the lacquer yield was measured by cutting lacquer at different intervals and the number of cutting, and the correlation between the interval and the number of cutters as well as between the two and the amount of paint produced per plant was discussed. **[Result]** (1) In the experiment of raw lacquer output in different cutting intervals, there were obvious differences among treatments. Under different cutting intervals, the yield of raw lacquer per plant in mode 3 was the highest, with the average paint production per plant up to 73.07 g, showing stability and high yield. And the yield of raw lacquer under mode 1 was 41.91 g which was the lowest. With the longer interval period, the average total production of raw lacquer per plant increased first and then decreased, indicating that longer interval period could not improve production. Therefore, mode 3 was recommended to adopt the cutting interval mode in production. (2) In different numbers of cutting knives, the lacquer production of per knife increased first and then decreased with the increase of the number of cutting knives, reaching the maximum yield of a single knife at 6th knives, up to 18.03 g, which could account for more than 25% of the annual raw lacquer production. Rational use of the cutter could effectively improve the total production of raw lacquer. (3) A quadratic regression model was established between the number of cutters per plant and the amount of paint produced. R^2 was 0.772, which was in line with the law of raw lacquer production per plant and better reflected the law of lacquer secretion in the production season of raw lacquer, and could be used to predict the total annual lacquer production. **[Conclusion]** In this study, it was preliminarily proved that there was a significant correlation between the intervals and the number of cutters on the yield of raw lacquer. In the production and management of lacquer forest, the producer should not increase the total production of raw lacquer by lengthening or shortening the interval of cutting lacquer or increasing the number of cutting knives. In order to improve production efficiency and maintain the healthy state of paint forest, it is necessary to select the appropriate paint cutting technology factors.

Keywords: *Toxicodendron vernicifluum*; tapping method; raw lacquer; yield; correlation

【研究意义】漆树(*Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F.A. Barkley)是我国原产的重要经济树种,属漆树科(Anacardiaceae)漆树属(*Toxicodendron*)植物,社会、经济价值极高,集中分布于陕西、湖北、重庆、贵州、云南、四川和甘肃7个省(直辖市),其树皮韧皮部分泌的生漆(Lacquer)为优质的天然涂料,被誉为“涂料之王”。中国是传统生漆主产大国,出口量约占世界贸易量的80%。目前,我国漆树资源不到2亿株,年产生漆达2 500 t,仅生漆的年产值达5亿多元^[1],直接提高了山区群众收入。漆树生产与橡胶、乳胶获取方式一样,采用连续且有节律地割漆以收获生漆。因此,割漆效率直接影响漆树的生漆产量。【前人研究进展】为提高生漆产量,科技人员从漆树形态、生理结构以及割漆技术等影响生漆产量方面对漆树产漆展开研究,例如胡正海等^[2]通过探索漆树乳汁道结构与发育规律,分析了乳汁道与生漆产量之间的关系;魏朔南等^[3]采用植物解剖法测定漆树不同季节漆酚含量变化,发现7~9月生漆产量多,漆酚含量最高。据研究,在水分蒸发量大、温度较高的条件下,能产出较多高质量的生漆^[4],而漆酚是生漆重要的组成成分,含量越高,生漆的质量越高^[3]。魏朔南等^[3]和傅淑颖等^[5]分别研究高八尺品种和大木漆树、小木漆树的漆酚含量随季节的变化规律,结果均显示漆酚含量随季节变化总体呈上升趋势。在割漆过程中,割漆工通常会凭借经验和漆树生长状态确定漆树的割刀数^[4],以期获取每株漆树的最大产漆量,但对割漆方法与漆产量的影响机理并不清楚,而且生产中常常存在过度割漆现象,对漆树林的健康造成很大的影响。在割漆技术方面,技术人员初步总结出割漆的季节、树龄、时间以及合适的割漆方法(包括割口形式、深度、宽度、位置),为割漆提供生产性指导^[6-8]。此外,气象条件、割漆时间、技术、漆树品种、生长环境^[9-10],甚至是割口的愈合^[11]等也是影响生漆产量的主要因子,在割漆生产中也常常参考借鉴相关的割胶^[12-14]、割脂^[15]技术。【本研究切入点】总体看,关于提高生漆产量的研究主要集中在漆树生理结构、立地条件和生长环境方面,还未形成完善的技术方案,尤其是割漆技术方面,而且漆树“百里千刀一斤漆”的割漆方式与割胶、割脂有着极大的不同。【拟解决的关键问题】本文以‘盛禾绿漆’幼龄漆树林

为研究对象,对漆树采收期的不同产量及综合生产能力进行了研究,并对割漆间隔期与割漆刀次以及二者与单株产漆量之间的相关性进行了探讨,旨在探索割漆产漆规律,提高生漆产量,为漆林可持续经营提供理论和实践依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验样地位于四川省宜宾市翠屏区明威乡(104°24′~104°54′E,28°32′~29°02′N),平均海拔530 m,雨量充沛,立地条件较好,漆树集中种植面积超200 hm²。试验材料为2012年5月种植的‘盛禾绿漆’特种资源漆树(*T. vernicifluum*),选取立地条件相同,树高、胸径大小、长势和物候期基本一致,生长状况良好,无明显病虫害的漆树植株为研究对象,进行不同割漆间隔期产漆量和各刀割漆产漆量对比试验。实验器材购自昆明福海达化玻仪器有限公司,包括割漆刀、生漆收集皿、胸径尺、皮尺和电子天平(METTLER TOLEDO AL204,中国)。

1.2 试验方法

1.2.1 材料处理 根据前人研究^[7,16-17],“牛鼻形”割口对漆树的生长影响小,且割口易愈合,产漆量较高。本文试验各处理所选漆树植株均采用“牛鼻形”割口,割口数量1个、位置一致,距离地面30 cm。收集从06:00开始至下午割口处再无生漆流出时的漆液,用于不同处理组间对比。

1.2.2 不同割漆间隔期产漆量试验 从2016年6月中旬开始割漆试验,割漆对象为20株4年生幼龄漆树。将漆树分为4组,每组5株漆树。王义仁^[4]通过研究,发现高生漆产量的时间周期一般为3~10 d。因此,本试验4组处理的每刀次割漆间隔期分别设置为:模式1(间隔3 d)、模式2(间隔5 d)、模式3(间隔7 d)、模式4(间隔9 d),对提高生漆产量的割漆间隔期进行优选试验研究。由同一个割漆工按同样的割漆位置、割口宽度进行割漆,测定一个割漆季内单株漆树的生漆产量,并记录单株漆树胸径、树高、产漆量等信息。

1.2.3 一个割漆季内各刀割漆不同产漆量试验 生漆采割是对一个割口间隔一定时间进行反复切割,收集每次割口流出的漆液,每株总产量为当年所产生漆的总和。漆树割漆季通常是从每年的夏至开始,寒露停止,此次的试验材料为15株幼龄漆树,生长整齐旺盛,试验条件统一。割漆试验从2017年6月到9月,持续时间90 d左右,由同一个熟练割漆工进行割漆,割漆间隔期均为7 d,每株漆树共割10刀,测定并记录每刀次的单株漆液产量。生产中由于第1刀所产漆液中水分含量较高,使得漆液中漆酚含量较低,产量数据失真,俗称“放水”,故第1刀漆液量不参与统计分析,总产漆量从第2刀开始累加计算。

1.3 数据处理

数据采用Excel 2016和Origin 2017进行处理和制图,使用SPSS 25.0软件进行统计分析。不同割漆间隔期产漆量试验采用One-way ANOVA中的LSD方法对组间产漆量进行多重比较,差异显著性为 $\alpha=0.01$ 水平。不同割漆刀次生漆产量试验对每刀产漆量进行对比分析,并采用曲线拟合回归模拟割漆季各刀次割漆量。用决定系数(coefficient of determination, R^2)和均方根误差(root mean square error, RMSE)来评价拟合模型的精度高低,即 R^2 越高表明拟合模型的参考价值越高, RMSE越低则表明模型越精确。

2 结果与分析

2.1 不同割漆间隔期对漆树产漆量的影响分析

漆液是切割漆树树皮后割口分泌出的天然高分子漆酚类物质,其产生过程比割漆排出过程慢,同时也对树体造成伤害^[18],如果每天连续割漆会导致漆树树体受损、生漆产量小,费效比极低,所以在实际生

表1 不同割漆间隔期产漆量方差分析

Tab.1 Variance analysis of paint yield at different cutting intervals

	平方和 Sum of squares	自由度 Variance	均方 Mean square	F F value	显著性 Significant
组间 Between groups	2 479.932	3	826.644	41.728	0
组内 Within group	73.482	16	4.593		
总计 Total	2 553.414	19			

产中每次下刀割漆后需间隔几日才能进行下一次割漆。为探讨不同的割漆间隔期对漆树生漆产量的影响,对同一割漆季的4种间隔模式的生漆总产量进行 One-way ANOVA 分析及多重比较,结果见表 1,不同割漆间隔期处理间差异显著(Sig.=0<0.01)。

由方差分析及多重比较结果可知,4种割漆间隔模式的生漆总产量差异明显,说明不同割漆间隔期对漆树的生漆产量有显著影响;其中模式3的生漆总产漆量与其他模式产量之间均呈显著差异。

表 2 5 年生漆树不同割漆间隔期的生漆产量

Tab.2 Raw lacquer yield at different cutting intervals

间隔期	漆树编号	树高/m	胸径/cm	总产漆量/g	平均总产漆量/g
Interval days	Number	Height	Diameter at breast height	Total paint production	Average paint production
模式 1 Mode 1	1	6.7	10.0	45.15	41.91
	2	7.3	9.9	44.55	
	3	7.4	9.7	41.70	
	4	7.2	9.7	41.40	
	5	7.1	9.4	36.75	
模式 2 Mode 2	6	6.7	9.2	52.82	54.60
	7	6.5	9.9	53.77	
	8	7.4	10.5	57.10	
	9	7.3	10.2	56.26	
	10	6.8	9.2	53.06	
模式 3 Mode 3	11	6.7	9.6	73.21	73.07
	12	6.9	9.6	73.86	
	13	6.5	9.6	72.95	
	14	7.2	9.4	71.24	
	15	7.1	9.6	74.11	
模式 4 Mode 4	16	6.5	10.2	60.80	59.06
	17	6.6	9.9	57.89	
	18	6.8	10.2	59.87	
	19	7.1	10.0	57.20	
	20	6.9	10.2	59.56	

割漆季开始后,对所选 20 株漆树进行割漆,为筛选最优割漆间隔期以提高生漆产量,本研究对不同割漆间隔期的产漆量进行了比较(表 2)。结果显示:在试验条件一致的情况下,同一漆树品种采用不同割漆间隔期所获得的一个割漆季的生漆总产量均存在明显差异(图 1)。根据表 2,单株漆树总产漆量最高为模式 3,可达 74.11 g,最低为模式 1,仅 36.75 g,2 株漆树漆液产量相差一倍多,表明割漆间隔时间过短地连续割漆不利于漆树愈伤恢复,从而导致漆液产出量偏低。漆树的不同模式处理中,模式 3 的平均总产漆量显著高于其他处理,为 73.07 g,其余依次为模式 4、模式 2 和模式 1。

从图 1 可以看出,4 种间隔模式的生漆产量均存在差异。采用模式 3 割漆获得的平均生漆总产量明显高于其他处理产量,标准差较小,表现出高产和稳产效应。模式 2 和模式 4 的平均生漆总产量相当,但模式 4 的标准差较模式 2 的小,更具稳产性。

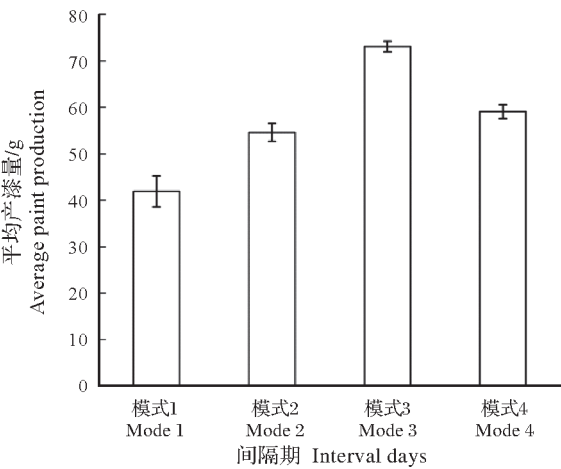


图 1 不同割漆间隔期平均产漆量对比

Fig.1 Comparison of average paint yield at different cutting intervals

由于此试验各处理的割漆时间长短一致,故从模式 1 至模式 4,割漆刀数依次递减,而平均生漆总产量及稳产效应呈先增加后降低的趋势。由此可见,割漆间隔期过长和过短,都可导致生漆产量过低,且呈低稳产性,不适用于实际生产应用。从生漆总产量的高产和稳产方面看,模式 3 割漆方法比其他 3 种处理更佳,其生漆总产量高出 24%~74%,可选择为较优的生产割漆间隔期。

2.2 一个割漆季内各割漆刀次的产漆量比较分析

为摸清割漆季内漆树割漆刀次与生漆产量的关系,根据上述试验所得模式 3(7 d)的生漆总产量最高,建议选择为最优割漆间隔期结论,将 7 d 作为本试验割漆间隔期,研究割漆季内各割漆刀次对生漆产量的影响,试验所得生漆产量统计如下表 3。结果显示:单株漆树每刀次间生漆产量存在明显差异,其中 5~7 刀次的单刀生漆产量较高,每刀次产量达到 10 g 以上。

表 3 割漆季内不同割漆刀次的生漆产量
Tab.3 The paint yield with different number of cutters in the paint cutting season

漆树编号 Lacquer tree number	树高/m Height	胸径/cm Diameter at breast height	刀数 Number of cutters									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
21	7.3	11.2	0	4.2	6.2	9.1	15.2	20.2	17.3	8.3	7.6	5.5
22	7.3	11.0	0	4.1	5.8	8.9	14.1	19.9	15.8	10.1	7.8	4.9
23	7.3	10.2	0	3.9	5.4	8.4	13.3	19.4	14.8	9.1	6.6	4.7
24	7.3	10.1	0	1.5	4.7	7.3	10.6	19.7	13.4	9.2	6.5	4.7
25	7.3	9.9	0	3.5	5.2	8.3	13.1	19.4	14.1	9.6	7.5	4.6
26	7.3	9.6	0	2.9	4.5	7.3	10.7	17.6	14.5	9.3	7.3	3.9
27	7.2	9.8	0	0	3.6	8.2	11.7	17.5	14.6	10.3	7.8	2.6
28	7.2	9.4	0	0	4.2	7.5	10.8	16.8	13.3	8.6	6.7	3.2
29	7.2	9.7	0	2.7	4.9	7.9	11.8	18.4	14.7	9.9	7.8	4.3
30	7.1	10.0	0	3.8	5.2	8.5	12.2	15.4	13.2	9.5	6.5	4.9
31	7.1	9.4	0	3.7	5.4	8.3	11.3	17.5	14.6	9.3	6.7	4.4
32	7.1	9.6	0	2.8	4.7	7.4	10.7	16.2	13.1	9.1	6.5	3.2
33	7.5	10.8	0	2.9	5.8	7.4	10.8	18.6	14.7	10.4	7.7	3.5
34	7.4	9.7	0	3.6	5.3	8.4	11.5	18.5	14.8	9.8	7.4	3.7
35	7.4	10.5	0	3.9	5.6	8.6	13.7	19.4	16.1	10.0	7.6	4.9
平均产漆量/g Average paint production			—	2.9	5.1	8.1	12.1	18.3	14.6	9.5	7.2	4.2

根据表 3 的刀次生漆产量统计,绘制割漆季内单株漆树各刀平均产漆量趋势分布图(图 2)。可以看出在整个割漆过程中,单株漆树刀次生漆产量随刀次增加先缓慢升高,在 5~6 刀时产量快速升高,到第 6 刀次时生漆产量达到最大值,再迅速降低,持续到割漆季结束。在割漆季单株漆树各刀次生漆产量中,割漆初期时(1~4 刀),单刀次间生漆产量相差较小,中期(5~7 刀)单刀次的生漆产量明显升高,后期(8~10 刀)生漆产量下降速度较快。其中第 6 刀次单刀生漆产量平均可达 18.3 g,是单刀产量最低的第 2 刀次的 6.31 倍,其占整个割漆季生漆总产量 25% 以上。

为更好表示割漆刀次与单刀生漆产量之间的关系,对各刀次的平均生漆产量进行曲线拟合回归估计(图 3),得拟合模型表达式: $P = 7.321 \times D - 0.602 \times D^2 - 8.895$ 。其中, P 表示单刀次生漆产量, D 表示割漆刀次。该拟合模型 R^2 为 0.772, $RMSE$ 为 2.237 g,模型效果较好,符合割漆季内单株漆树单刀次割漆分泌漆液产量先增加、后降低的规律,与实际割漆季内单刀次割漆量趋势变化接近。此外,模型模拟出第 6 刀为单刀次割漆产量最高的刀次,且在此之后,生漆产量开始逐步减少,这与上述所得结果一致,表明该模型模拟不同割漆刀次生漆产量较为准确。

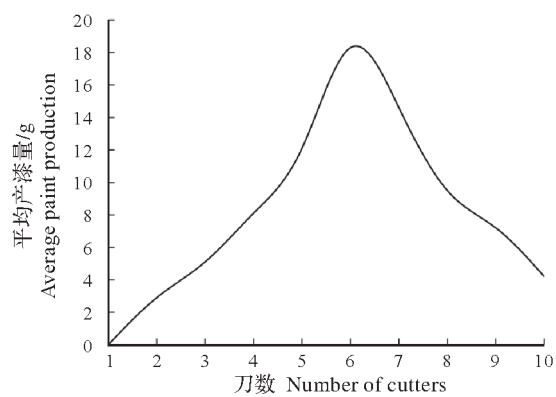


图2 不同割漆刀数平均产漆量曲线图
Fig.2 Chart of average paint yield with different paint cutters

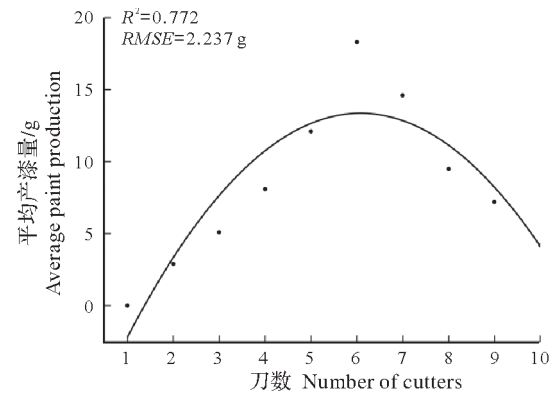


图3 不同割漆刀数平均产漆量曲线模拟估计
Fig.3 Chart of curve estimation model of average paint yield during different paint cutters

3 结论与讨论

漆液是漆树代谢过程中产生的次生代谢产物,分泌并贮存于漆汁道中^[18]。据报道^[2],漆液流出后,接触空气,易氧化结膜,并由创口应激反应和生漆氧化产生栓塞现象,造成其割口自然封闭,虽有利于树体自身的功能修复和生漆的分泌生产,却使得单刀次割漆量较少。同时,单刀次割漆间隔期的长短会导致漆树产漆量有所不同,还会对漆树生长恢复过程造成较大影响,因此合理的割漆技术就成为漆林科学经营中最为重要的技术之一^[7-8,17,19]。研究表明,漆树的生漆产量受割漆间隔期、割漆刀次影响而变化。漆酚含量和漆酶活性决定生漆质量高低,魏朔南等^[3]研究表明8月和11月的生漆漆酚含量最高,邵杨等^[20]研究发现漆树酶活性在7—9月呈上升趋势,因此,为提高生漆的产量和质量,割漆间隔期、割漆刀次分布应与漆酚含量、漆酶活性最高的月份相适应。

采用不同割漆间隔期进行割漆,其生漆产量及稳产性均存在差异,其中模式3(割漆间隔7 d)与其他3个模式的产漆效果差异最为明显,该模式下的生产效益最高。有研究认为割小漆树一般以3 d为间隔期,且割漆的周期越长,其产量越高^[4],本研究结果显示,3 d间隔期在生漆的高产和稳产方面都远不及7 d的割漆效果,且割漆季末单刀的产漆量极低,若延长割漆周期,可能会导致漆树树体损坏、生漆产量无显著增产,而降低生漆的经济效益。在不同割漆刀数对生漆产量影响研究中,漆树采用7 d间隔期进行割漆,其单刀生漆产量随刀次增加先升高后降低,同时在第6刀次时达到单刀产漆量高峰。这反映出生漆产量对割漆刀次比较敏感,割漆刀次不宜过多,否则将损害漆树的生理健康和产漆潜力。对漆树不同割漆刀数单刀产量进行分析后,构建不同割漆刀次与生漆产量的拟合模型,模型遵循割漆季产漆量的变化规律^[3],模型效果好。

综合以上结果,为兼顾生漆高产和稳产性,建议7 d的割漆间隔期为生产中采用的割漆间隔天数。基于7 d割漆间隔期探讨割漆刀次对生漆产量的影响,第6刀的单刀次生漆产量较高,可占割漆季生漆总产量的25%以上,是保证割漆季生漆产量的关键。试验结果表明,在割漆间隔期确定的情况下,单株漆树在割漆季的割漆刀数相对固定,产量也相对稳定,因此,生产者不可通过增加割漆刀数数量来提高生漆总产量,必须科学合理割漆,维持漆林健康状态。目前,漆树泌漆的生理机理尚未摸清,其生漆产量受品种、年龄等多因素的影响,近年来,生漆价格连年上涨,而漆树资源却日趋萎缩,继续探索提高漆树增产途径将成为漆树可持续经营的重要方向,制定科学合理的割漆经营措施成为当前漆林增产的有效途径。

参考文献 References:

[1] 张鹏,廖声熙,崔凯,等.中国漆树资源与品种现状及产业发展前景[J].世界林业研究,2013,26(2):65-69.
ZHANG P, LIAO S X, CUI K, et al. Resources of species of toxicodendron and its industry development prospects in China [J]. World forestry research, 2013, 26(2): 65-69.

[2] 胡正海,王秦生.漆树乳汁道的研究[J].科学通报,1979,24(17):809-812.
HU Z H, WANG Q S. Studies on laticiferous canals of *Rhus verniciflua* Stokes [J]. Chinese science bulletin, 1979, 24(17): 809-812.

- [3] 魏朔南,傅淑颖,胡正海.不同季节漆树树皮结构与漆酚含量变化及其相关性[J].林业科学,2009,45(1):67-73.
WEI S N, FU S Y, HU Z H. Variation of urushiol content in raw lacquer and the bark structure of *Toxicodendron vernicifluum* in different seasons and their correlation[J]. Scientia silvae sinicae, 2009, 45(1): 67-73.
- [4] 王义仁.怎样多割生漆[J].中国生漆,1983(1):40-44.
WANG Y R. How to cut more raw lacquer[J]. Journal of Chinese lacquer, 1983(1): 40-44.
- [5] 傅淑颖.漆树树皮的结构和生漆中漆酚含量随季节变化规律研究[D].西安:西北大学,2007.
FU S Y. Studies on changes of urushiol content in raw lacquer and the structure of bark of *Toxicodendron vernicifluum* (stokes) F. A. Barkley in different seasons[D]. Xi'an: Northwest University, 2007.
- [6] 杨玉凤,郝传全,余宗春.漆树的采割技术[J].四川农业科技,2007(11):40.
YANG Y F, HAO C Q, YU Z C. The harvesting technology of the lacquer trees[J]. Sichuan agricultural science and technology, 2007(11): 40.
- [7] 肖明林,胡书贵.漆树的生漆采割技术[J].特种经济动植物,2010,13(4):37-38.
XIAO M L, HU S G. The harvesting technology of the raw lacquer of lacquer trees[J]. Special economic animal and plant, 2010, 13(4): 37-38.
- [8] 汪明正,刘宏.生漆采割技术[J].陕西农业科学,2008,54(2):223-224.
WANG M Z, LIU H. The harvesting technology of the raw lacquer[J]. Shaanxi journal of agricultural sciences, 2008, 54(2): 223-224.
- [9] 刘崇欣,谢永贵,周应书.气候因子与漆树产漆量初步研究[J].经济林研究,1998,16(2):36-37.
LIU C X, XIE Y G, ZHOU Y S. A preliminary study on the climate factors and the production of the law lacquer[J]. Economic forest researches, 1998, 16(2): 36-37.
- [10] 张飞龙,张武桥,魏朔南.中国漆树资源研究及精细化应用[J].中国生漆,2007,26(2):36-50.
ZHANG F L, ZHANG W Q, WEI S N. Study on Chinese lacquer tree resources and fined utilization [J]. Journal of Chinese lacquer, 2007, 26(2): 36-50.
- [11] 邓慧群.漆树割口早期愈合能力的观察[J].中国生漆,1982,1(2):42-48.
DENG H Q. The observation of early age self-healing ability of lacquer tree cuttings[J]. Journal of Chinese lacquer, 1982, 1(2): 42-48.
- [12] 杨署光,于俊红,史敏晶,等.割胶、机械伤害和外源茉莉酸对橡胶树乳管细胞防卫蛋白基因表达的影响[J].热带作物学报,2008,29(5):535-540.
YANG S G, YU J H, SHI M J, et al. Effects of tapping, mechanical wounding and exogenous jasmonates on the expression of genes encoding for defense proteins in the latex of *brasiliensis* [J]. Chinese journal of tropical crops, 2008, 29(5): 535-540.
- [13] 吴春太,马征宇,刘汉文,等.不同采收年限和月份PR107橡胶树产胶量的比较[J].江西农业大学学报,2015,37(2):199-204.
WU C T, MA Z Y, LIU H W, et al. Purification and properties of laccase from spent mushroom compost pf *Pleurotus eryngii* [J]. Acta agriculturae universitatis Jiangxiensis, 2017, 39(5): 989-995.
- [14] 吴春太,刘汉文,马征宇,等.不同割龄橡胶树PR107产胶量的月变化特征[J].浙江农林大学学报.2015,32(6):868-874.
WU C T, LIU H W, MA Z Y, et al. Monthly yield for PR107 clones of *Hevea brasiliensis* at different tapping ages [J]. Journal of Zhejiang A & F university, 2015, 32(6): 868-874.
- [15] 常新民,项东云,周宗明,等.松树钻孔法采脂技术研究[J].林业工程学报.2007,21(4):63-66.
CHANG X M, XIANG D Y, ZHOU Z M, et al. Study on the mining technology by the hole-drilling method of pine tree [J]. Journal of forestry engineering, 2007, 21(4): 63-66.
- [16] 肖育檀.割漆口型愈合能力的初步观察[J].林业科技通讯,1981(8):18-21.
XIAO Y T. A preliminary observation on self-healing ability of lacquer tree cuttings[J]. Forest science and technology, 1981(8): 18-21.
- [17] 王性炎.中国古代的割漆技术[J].经济林研究,1985,3(2):1-2.
WANG X Y. On the ancient Chinese the technology of tapping[J]. Nonwood forest research, 1985, 3(2): 1-2.
- [18] 胡正海,漆树组.漆树的乳汁道[J].西北大学学报(自然科学版),1978(1):63-66.
HU Z H, Lacquer tree group. The laticiferous canals of lacquer trees [J]. Journal of northwest university (natural science edition), 1978(1): 63-66.
- [19] ZHAO M, HU C L. An ultrastructural study of the development of resin canals and lacquer secretion in *Toxicodendron vernicifluum* (Stokes) F. A. Barkley [J]. South African journal of botany, 2018, 116: 61-66.
- [20] 邵杨,晁菲,魏朔南,等.漆树漆酶割漆季节活性变化及同工酶研究[J].广西植物,2012,32(6):774-780.
SHAO Y, ZHAO F, WEI S N, et al. Variations of laccase activity and isozymes of *Toxicodendron vernicifluum* barkley at tapping season [J]. Guihaia, 2012, 32(6): 774-780.