

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2017.10.001

# 三峡库区漆树资源优树初选研究<sup>①</sup>

周小舟<sup>1</sup>, 杨予静<sup>2</sup>, 彭秀<sup>1</sup>, 李秀珍<sup>1</sup>, 谭名照<sup>1</sup>

1. 重庆市林业科学研究院, 重庆 400036; 2. 中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所, 北京 100091

**摘要:** 为选育三峡库区漆树(*Toxicodendron w acifluum*)优良树木, 于 2015 年在重庆市城口、开县、奉节、巫溪、巫山等区县对 100 株漆树的立地条件、生长状况、果实等情况开展调查, 研究共设置 26 个调查指标, 设定 2 种情景: 各指标权重相等(情景 1)、各指标权重不等(情景 2). 在情景 2 中, 根据 26 个评价指标, 采用层次分析法(AHP)构建以目标层、项目层、指标层为 3 个层次的漆树优选评价指标体系, 根据两两比较法设置 26 个指标的相对权重, 分别计算 2 种情景下 100 株漆树的综合评价指数, 根据综合评价指数大小进一步筛选优良漆树. 结果发现, 2 种情况下 100 株漆树综合评价指数差异无统计学意义. 依据筛选目标, 最终选取在情景 2 中排名靠前的 60 株漆树作为所筛选出的三峡库区优质漆树. 其中, 城口 14 株, 奉节 19 株, 巫山 11 株, 巫溪 16 株.

**关键词:** 漆籽; 鉴定评价; 种质资源; 三峡库区; 树木优选

**中图分类号:** S722.5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1673-9868(2017)10-0001-10

三峡库区处于水陆交通要道, 自然资源丰富, 拥有独特的移民、扶贫和少数民族地区发展等综合政策优势. 近年来, 库区人地矛盾凸显, 经济发展基础仍然十分薄弱. 加快优势资源的合理开发, 加速构造特色产业体系, 提升经济总体实力, 同时加强生态环境保护和建设, 提升可持续发展能力势在必行. 对优良种质资源的开发利用直接关系到三峡库区的经济和社会发展.

漆树(*Toxicodendron w acifluum*)主要分布于亚洲温暖湿润地区, 作为我国重要的经济树种之一, 在中国的大部分地区均有分布, 以陕西省分布最为广泛<sup>[1]</sup>. 从漆树韧皮部采割的次生代谢产物生漆是一种珍贵的生态材料<sup>[2]</sup>. 漆树也是许多活性成分的天然宝库<sup>[3]</sup>, 其叶、花、根、皮、果实、干漆和木心均可入药, 具有止咳、化痰、通经、杀虫、消肿等功效<sup>[4]</sup>. 漆树的许多结构组成部分均可以加工利用, 具有很大的潜在开发价值. 对漆树种源进行调查研究, 对于筛选出一批优良的漆树, 以便开发利用具有重要意义.

有研究表明, 三峡库区的璧山境内, 漆树生态位宽度较大, 具有较强的资源利用能力和环境适应能力<sup>[5]</sup>. 但是, 尚未见到关于库区其他区县的漆树资源的调查报道, 而有关三峡库区漆树优质资源较为全面的报道更为少见. 与此同时, 国内外已有利用高效液相色谱(HPLC)、分子标记扩增片段长度多态性(AFLP)、热解一气相一质谱法(Py-GC/MS)、傅里叶变换红外光谱(FT-IR)、热分析质谱联用技术(TG/DTA-MS)、凝胶色谱、红外光谱(IR)、质谱(NMR)等技术对国内外漆树的遗传多样性、种质资源鉴定、生漆主要成分(漆酚、漆酶、漆树多糖)等进行单方面的大量研究<sup>[6-9]</sup>. 但这些研究对于评价漆树资源并不全面. 因此, 本研究在对三峡库区境内漆树资源进行全面调查的基础上, 综合分析其立地条件、生长状况、果实(籽粒)产量等方面的信息, 筛选库区内优质漆树资源, 旨在为其开发利用, 进而加强库区的生态经济发展提供基础数据和理论参考.

① 收稿日期: 2016-05-19

基金项目: 重庆市林业科学研究院基本科研业务专项(KL1403); 国家科技部国际合作专项(2015DFA90900); 三峡库区森林生态保护与恢复科技研发示范平台项目(cstc2015pt-kjyfsf0009).

作者简介: 周小舟(1982-), 女, 重庆大足人, 硕士, 工程师, 主要从事经济林培育方面的研究.

通信作者: 杨予静, 博士研究生.

# 1 研究区域和材料

## 1.1 研究区域概况

三峡库区(105°50′~121°40′E, 28°31′~31°44′N)位于长江中上游,包括受水库调运影响的重庆和湖北的 21 个县市.东南、东北与鄂西交界,西南与川黔相邻,西北与川陕接壤,约 86.5%的面积属于重庆市.约 74%的地区为山地.库区地处中亚热带大陆季风气候带,降水和气温有明显的季节变化.年平均气温河谷区 17~19℃,多年年均降水量 1 000~1 200 mm.库区年平均相对湿度变化范围基本在 70%~82%之间.主要土壤类型有水稻土、红壤、黄壤、黄棕壤、新积土、石灰土、紫色土、棕壤、黄褐土、粗骨土等.其中,紫色土是库区分布面积最广的土壤类型,黄壤是库区第二大类土壤类型.三峡库区水系发达,江河纵横,水库入库年均径流量 4 510 亿 m<sup>3</sup>.

三峡库区地带性植被为常绿阔叶林,由于库区开发历史悠久,经过数千年的垦殖,森林植被生态系统的结构和功能已受到严重干扰破坏.库区现有植被类型包括常绿阔叶林、落叶阔叶林、常绿落叶阔叶混交林、暖性针叶林和温带暗针叶林和灌草丛等.

## 1.2 试验材料

本研究 100 份试验材料来自于三峡库区重庆段的巫山、巫溪、城口、奉节、开县、酉阳等 6 个区县.挑选生长良好的漆树、采集成熟漆籽,材料具体信息见表 1.在具体的数据采集过程中,采用现场调查法记录漆树生长的立地条件、形态特征、生长量,收集目标树的具有代表性的果实 5~10 粒,通过室内分析获得其果实(籽粒)产量等相关信息.

表 1 研究区域漆树种质资源信息表

树 木 编 号	来源地	株数
CK02,CK04,CK05,CK07,CK08,CK09,CK10,CK12,CK13,CK14,CK15,CK16,CK17,CK18,CK19,CK20,CK22,CK23,CK24,CK25,CK26,CK27,CK28,CK29,CK30,CK32,CK34,CK35,CK36	城口	29
KX01,KX02,KX03,KX04,KX05	开县	5
FJ01,FJ02,FJ03,FJ05,FJ06,FJ07,FJ08,FJ09,FJ11,FJ12,FJ13,FJ14,FJ15,FJ16,FJ17,FJ18,FJ19,FJ20,FJ21,FJ22,FJ23,FJ24,FJ25,FJ26,FJ27,FJ28,FJ29,FJ30,FJ31,FJ32,FJ33,FJ34	奉节	32
WX19,WX23,WX24,WX25,WX27,WX28,WX29,WX30,WX31,WX32,WX38,WX39,WX41,WX42,WX43,WX44,WX45,WX46	巫溪	18
WS01,WS02,WS03,WS04,WS05,WS06,WS09,WS10,WS11,WS12,WS13,WS14,WS15,WS16,WS19	巫山	15
YY01	酉阳	1

# 2 研究方法

## 2.1 漆树优选综合评价指数计算

根据研究目的,本研究共选出 26 个三峡库区漆树资源优树筛选评价指标,设定 2 种情况:各指标权重相等(情景 1)以及各指标权重不等(情景 2),分别对 2 种情景下的漆树优选综合评价指数进行计算.计算前,先对非数值型数据进行数值型转换.为避免指标间量纲不同的影响,采用极差标准化法对原始调查数据进行标准化处理.

### 2.1.1 评价指标体系的构建

将 26 个评价指标按漆树生长的立地条件、形态特征、生长量、果实(籽粒)产量分为 4 大类,构建以目标层、中间层、指标层为 3 个层次的漆树优选评价指标体系.其中,目标层为三峡库区漆树资源优树;中间层为生长的立地条件、形态特征、生长量、果实(籽粒)产量,指标层以中间层为依据,建立由 26 个指标组成的评价指标体系(图 1).

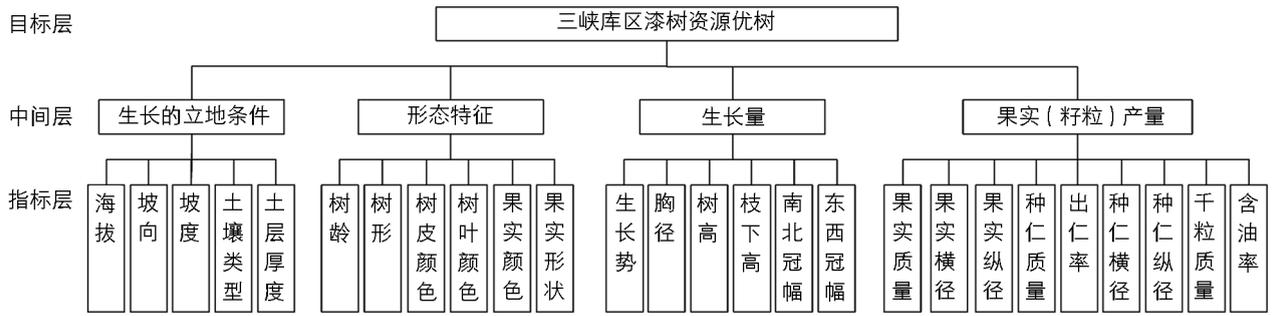


图 1 三峡库区漆树优选评价指标体系

2.1.2 非数值型数据的前处理

为后续计算, 本研究参考蒋艾平等<sup>[10]</sup>方法, 将坡向、土壤类型、树龄、树形、树皮颜色、树叶颜色、果实颜色、果实形状、生长势等非数值型指标转换为数值型数据(表 2)。

表 2 非数值型数据变换方式

指标	对应的数值	描 述
坡向	无 1, 东 2, 东北 3, 东南 3, 北 4, 南 4, 西北 5, 西南 5, 西 6	漆树较喜阳, 东方朝向日照时间充足, 西方朝向日照较短. 不利条件下赋值较高.
土壤类型	棕壤 1, 黄壤 2, 山地黄壤 3, 石谷子 4	肥力条件由大到小为棕壤, 黄壤, 山地黄壤, 石谷子. 不利条件下赋值较高.
树龄	>30 为 1, <10 为 2, 21~30 为 3, 11~20 为 4	中龄林产果率较高, 赋值较高.
树形	尖塔形 1, 伞形 2	伞形不利于漆树生长. 不利条件下赋值较高.
树皮颜色	麻灰色 1, 灰褐色 2, 灰白色 2	灰褐色、灰白色树皮的漆树较健康, 赋值较高.
树叶颜色	绿色 1	树叶颜色均为绿色, 赋值均为 1.
果实颜色	浅黄色 1, 黄绿色 2	黄绿色漆树果实较健康, 赋值较高.
果实形状	扁圆形 1, 肾形 2	扁圆形不利于提取漆树油脂, 赋值较低.
生长势	弱 1, 一般 2, 好 3	生长状况越好, 赋值越高.

2.1.3 评价指标的标准化处理

本文根据指标的基本性质和作用, 采用极差标准化进行数据变换. 本文把标准化分值设定在 0~1 之间, 得出 100 株漆树优树评价指标的标准化数值, 所用处理公式为<sup>[11]</sup>

正向指标得分:

$$A_i = (x_i - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min}) \tag{1}$$

负向指标得分:

$$B_i = (x_{\max} - x_i) / (x_{\max} - x_{\min}) \tag{2}$$

式中,  $A_i$  和  $B_i$  为参评因子第  $i$  级的分级标准化值,  $x_i$  为参评因子第  $i$  级的实际值,  $x_{\min}$  和  $x_{\max}$  分别为参评因子的最小值及最大值. 其中, 除了土层厚度为负向指标外(即土层越薄, 越不利于漆树生长), 其余指标均为正向指标.

2.1.4 各评价权重设定

1) 各指标权重相等时(情景 1)

不考虑人为因素影响, 将 26 个评价指标设定为相同权重, 即各指标权重分别为  $1/26=0.0385$ .

2) 各指标权重不等时(情景 2)

评价指标的权重决定了各个因子对最终目标层的贡献大小. 为避免片面性和主观性, 本研究采用层次分析法(Alytic Hierarchy Process, AHP)对三峡库区漆树资源进行评价, 并初步筛选漆树优树. 具体而言, 在建立评价指标体系后, 计算各指标的权重值, 采用两两比较的形式对每一层次的因素建立判断矩阵, 用 Satty TL 提出的“1~9 比率标度法”(表 3)进行定量评价<sup>[12]</sup>. 通过计算判断矩阵的特征值和特征向量, 得

到各层次因素关于上一层次因素的相对权重(层次单排序权值),并检验矩阵的一致性.当判断矩阵的随机一致性比率  $CR=CI/RI<0.1$  时,则认为判断矩阵具有满意的一致性.自上而下地用上一层次因素的相对权重加权求和,求出各层次因素关于总目标的综合重要值(层次总排序权值).

表 3 重要性标度含义

重要性标度	含 义
1	表示两个元素相比,具有同等重要性
3	表示两个元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两个元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两个元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两个元素相比,前者比后者极端重要
2, 4, 6, 8	表示上述判断的中间值
倒数	若元素 $i$ 与元素 $j$ 的重要性之比为 $a_{ij}$ , 则元素 $j$ 与元素 $i$ 的重要性之比为 $a_{ji}=1/a_{ij}$

### 2.1.5 漆树优选评价综合指数的构建

本研究用综合评价指数法计算出漆树优选评价综合指数( $E$ ),根据其分值最终确定漆树的优良程度.

$$E = \sum_{i=1}^n W_i \times X_i \quad (3)$$

式中,  $W_i$  为各种指标的权重,  $X_i$  为各指标标准化后数值,  $n$  为评价指标的个数.

## 2.2 两种情景下漆树综合评价指数的比较

将 100 株漆树视为取样重复,采用独立样本  $T$  检验对两种情景下的漆树优选评价综合指数进行分析,数据分析运用 SPSS 20.0 软件进行.

## 3 结果与分析

### 3.1 指标权重不等时的权重设定

根据确定评价指标权重的基本步骤,采用层次分析法分别对目标层和中间层建立判断矩阵(表 4~8),逐层设置出漆树优选评价各指标的权重值(表 9).26 个评价指标中,含油率、生长势、种仁质量、出仁率、千粒质量、果实质量在总指标体系中的权重最大,分别为 0.143 9,0.101 5,0.080 3,0.080 3,0.063 8,0.044 5.

表 4 确定中间层权重值的判断矩阵

对象	生长的立地条件	形态特征	生长量	果实(籽粒)产量	权重 $W_i$
生长的立地条件	1	0.333 3	0.2	0.2	0.063 6
形态特征	3	1	0.333 3	0.2	0.121 9
生长量	5	3	1	0.333 3	0.270 6
果实(籽粒)产量	5	5	3	1	0.543 9
一致性比例 $CR$	$CR=0.074 2<0.1$				1.000 0

表 5 生长的立地条件各指标权重值的判断矩阵

对象	海拔	坡向	坡度	土壤类型	土层厚度	权重 $W_i$
海拔	1	1	0.333 3	1	0.333 3	0.115 8
坡向	1	1	0.333 3	1	1	0.152 2
坡度	3	3	1	1	1	0.289 9
土壤类型	1	1	1	1	0.333 3	0.152 2
土层厚度	3	1	1	3	1	0.289 9
一致性比例 $CR$	$CR=0.066 8<0.1$					1.000 0

表 6 形态特征各指标权重值的判断矩阵

对象	树龄	树形	树皮颜色	果实形状	果实颜色	树叶颜色	权重 $W_i$
树龄	1	1	0.333 3	0.333 3	0.333 3	1	0.082 3
树形	1	1	0.333 3	0.333 3	0.333 3	1	0.082 3
树皮颜色	3	3	1	0.333 3	1	1	0.181 3
果实形状	3	3	3	1	1	3	0.305 3
果实颜色	3	3	1	1	1	3	0.246 9
树叶颜色	1	1	1	0.333 3	0.333 3	1	0.101 8
一致性比例 CR	CR=0.033 0<0.1						1.000 0

表 7 生长量各指标权重值的判断矩阵

对象	生长势	胸径	树高	枝下高	东西冠幅	南北冠幅	权重 $W_i$
生长势	1	3	3	3	3	3	0.375 0
胸径	0.333 3	1	1	1	1	1	0.125 0
树高	0.333 3	1	1	1	1	1	0.125 0
枝下高	0.333 3	1	1	1	1	1	0.125 0
东西冠幅	0.333 3	1	1	1	1	1	0.125 0
南北冠幅	0.333 3	1	1	1	1	1	0.125 0
一致性比例 CR	CR=0.000 0<0.1						1.000 0

表 8 果实(籽粒)产量各指标权重值的判断矩阵

对象	果实质量	果实横径	果实纵径	种仁质量	出仁率	种仁横径	种仁纵径	千粒质量	含油率	权重 $W_i$
果实质量	1	1	1	0.333 3	0.333 3	3	3	0.333 3	0.2	0.081 9
果实横径	1	1	1	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.045 0
果实纵径	1	1	1	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.333 3	0.045 0
种仁质量	3	3	3	1	1	3	3	1	0.333 3	0.147 6
出仁率	3	3	3	1	1	3	3	1	0.333 3	0.147 6
种仁横径	0.333 3	3	3	0.333 3	0.333 3	1	1	1	0.333 3	0.075 5
种仁纵径	0.333 3	3	3	0.333 3	0.333 3	1	1	1	0.333 3	0.075 5
千粒质量	3	3	3	1	1	1	1	1	0.333 3	0.117 2
含油率	5	3	3	3	3	3	3	3	1	0.264 6
一致性比例 CR	CR=0.081 9<0.1									1.000 0

表 9 漆树优选评价各指标权重

目标层	中间层	权重	指标层	权重	在总指标体系中的权重	排序
漆树优选评价	生长的立地条件	0.063 6	海拔	0.115 8	0.007 4	26
			坡向	0.152 2		24
			坡度	0.289 9		19
			土壤类型	0.152 2		25
			土层厚度	0.289 9		20
			形态特征	0.121 9		树龄
	树形	0.082 3	23			
	树皮颜色	0.181 3	18			
	树叶颜色	0.101 8	21			
	果实颜色	0.246 9	15			
	果实形状	0.305 3	9			

续表 9

目标层	中间层	权重	指标层	权重	在总指标体系中的权重	排序
	生长量	0.270 6	生长势	0.375 0	0.101 5	2
			胸径	0.125 0	0.033 8	10
			树高	0.125 0	0.033 8	11
			枝下高	0.125 0	0.033 8	12
			南北冠幅	0.125 0	0.033 8	13
			东西冠幅	0.125 0	0.033 8	14
	果实(籽粒)产量	0.543 9	果实质量	0.081 9	0.044 5	6
			果实横径	0.045 0	0.024 5	16
			果实纵径	0.045 0	0.024 5	17
			种仁质量	0.147 6	0.080 3	3
			出仁率	0.147 6	0.080 3	4
			种仁横径	0.075 5	0.041 1	7
			种仁纵径	0.075 5	0.041 1	8
			千粒质量	0.117 2	0.063 8	5
			含油率	0.264 6	0.143 9	1

### 3.2 漆树优选综合评价指数

对 2 种情况下的 100 株漆树综合评价指数分别计算、排序发现, 除个别树木外, 情景 1 中综合评价指数较高的漆树在情景 2 中指数也较高. 情景 1 和情景 2 下, 100 株漆树综合评价指数平均值分别为 0.537 0 和 0.538 2,  $T$  检验结果表明, 2 种情况下的漆树综合评价指数差异无统计学意义 ( $p = 0.906 > 0.05$ , 表 10). 总体来看, 情景 1 中 100 株漆树综合评价指数中位数略高于情景 2, 但最大值、最小值均低于情景 2; 与情景 1 相比, 情景 2 中 100 株漆树综合评价指数分布更密集, 标准差更小(表 10, 图 2).

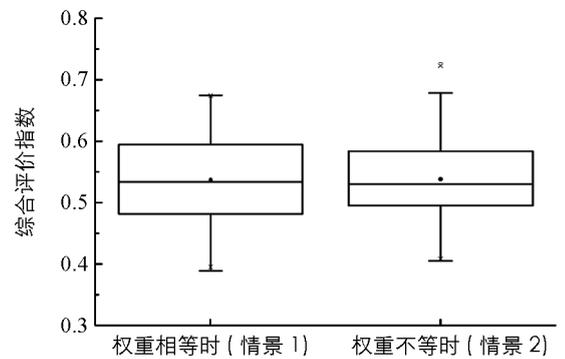
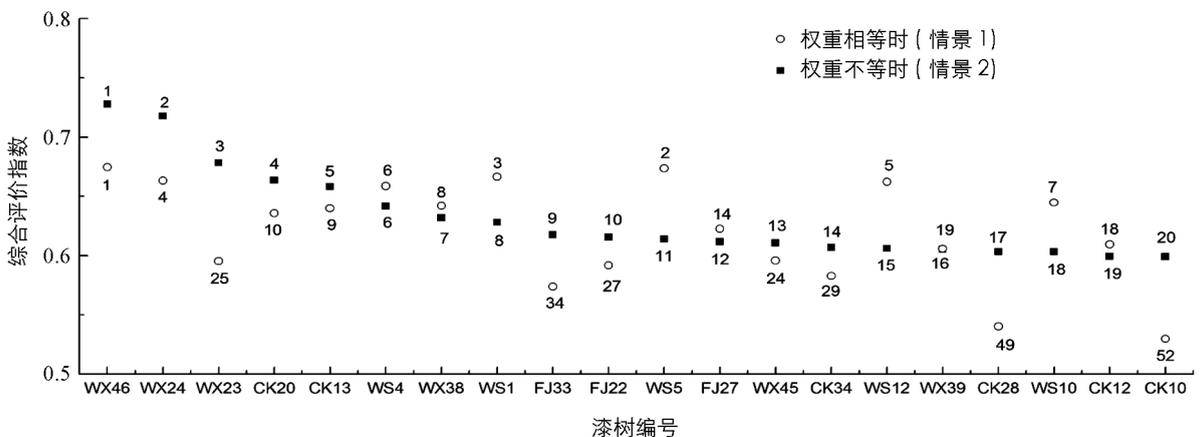


图 2 2 种情景下漆树综合评价指数描述性统计

表 10 两种情景下  $T$  检验结果

	最小值	最大值	平均值	标准差	$p$ 值(显著性)
各指标权重相等时(情景 1)	0.388 8	0.674 6	0.537 0	0.0706 1	0.906
各指标权重不相等时(情景 2)	0.405 0	0.727 8	0.538 2	0.0642 3	

进一步分析表明, 在权重不相等的情况下(情景 2), 排名前 20% 的树木中, 有 13 株在情景 1 中排名也在前 20%. 其余 7 株分别为 WX23, FJ33, FJ22, WX45, CK34, CK28, CK10, 在情景 1 中, 其排名分别为 25, 34, 27, 24, 29, 49, 52(图 3).



图中数据分别表示 2 种情况下各漆树综合评价指数排名.

图 3 2 种情景下漆树综合评价指数的比较(显示情景 2 中排名前 20% 株优树)

综合评定 2 种情况下的 100 株漆树综合评价指数及其排序, 考虑本研究主要目的是筛选出优良油料漆树木本植物, 故优先选择情景 2 中的综合排序靠前的 60 株漆树(表 11). 其中, 城口 14 株, 奉节 19 株, 巫山 11 株, 巫溪 16 株.

表 11 三峡库区漆树优树最终筛选结果

排序	单株编号	各指标权重不等时(情景 2)综合评价指数	调查地区
1	WX46	0.727 8	巫溪县红池坝林场
2	WX24	0.717 5	巫溪县红池坝林场
3	WX23	0.678 4	巫溪县红池坝林场
4	CK20	0.663 6	城口县高楠乡黄河村
5	CK13	0.658 3	城口县高楠乡方斗村
6	WS4	0.641 6	巫山县官阳管护站
7	WX38	0.631 8	巫溪县红池坝林场
8	WS1	0.627 9	巫山县官阳管护站
9	FJ33	0.617 6	奉节县太和乡太和村
10	FJ22	0.615 7	奉节县云雾乡码头村
11	WS5	0.613 9	巫山县官阳管护站
12	FJ27	0.611 6	奉节县太和乡高桥村
13	WX45	0.610 6	巫溪县红池坝林场
14	CK34	0.606 7	城口县河鱼乡高洪村
15	WS12	0.606	巫山县官阳管护站
16	WX39	0.605 4	巫溪县红池坝林场
17	CK28	0.603 1	城口县高楠乡黄河村
18	WS10	0.603 1	巫山县官阳管护站
19	CK12	0.599 3	城口县高楠乡方斗村
20	CK10	0.599	城口县高楠乡方斗村
21	WX29	0.597 4	巫溪县红池坝林场
22	CK22	0.593 4	城口县高楠乡黄河村
23	WX43	0.588 9	巫溪县红池坝林场
24	WX27	0.585 2	巫溪县红池坝林场
25	WS14	0.585 1	巫山县官阳管护站
26	WX44	0.582 1	巫溪县红池坝林场
27	FJ25	0.576 9	奉节县太和乡高桥村
28	FJ26	0.574 6	奉节县太和乡高桥村
29	WS19	0.573 2	巫山县官阳管护站
30	CK14	0.571 7	城口县高楠乡方斗村
31	WS15	0.570 1	巫山县官阳管护站
32	FJ1	0.568 5	奉节县云雾乡码头村
33	WS9	0.567 1	巫山县官阳管护站
34	WX41	0.562 5	巫溪县红池坝林场
35	WX42	0.561 8	巫溪县红池坝林场
36	WX28	0.557 7	巫溪县红池坝林场
37	FJ17	0.557 1	奉节县云雾乡码头村

续表 11

排序	单株编号	各指标权重不等时(情景 2)综合评价指数	调查地区
38	FJ14	0.555 1	奉节县云雾乡码头村
39	WX32	0.554 1	巫溪县红池坝林场
40	FJ2	0.551 5	奉节县云雾乡码头村
41	CK35	0.549 4	城口县河鱼乡高洪村
42	CK32	0.547 6	城口县河鱼乡畜牧村
43	FJ9	0.545 0	奉节县云雾乡码头村
44	FJ23	0.543 3	奉节县太和乡高桥村
45	KX3	0.538 2	奉节县白泉乡上华村
46	FJ7	0.536 0	奉节县云雾乡码头村
47	FJ15	0.534 0	奉节县云雾乡码头村
48	CK19	0.531 9	城口县高楠乡黄河村
49	WS13	0.530 9	巫山县官阳管护站
50	WS16	0.530 2	巫山县官阳管护站
51	WX30	0.529 1	巫溪县红池坝林场
52	FJ28	0.526 8	奉节县太和乡高桥村
53	FJ5	0.524 4	奉节县云雾乡码头村
54	CK26	0.523 6	城口县高楠乡黄河村
55	FJ11	0.522 7	奉节县云雾乡码头村
56	CK36	0.519 5	城口县河鱼乡高洪村
57	WX31	0.519	巫溪县红池坝林场
58	FJ12	0.518 1	奉节县云雾乡码头村
59	FJ19	0.515 7	奉节县云雾乡码头村
60	CK29	0.514 6	城口县河鱼乡大店村

## 4 讨论与结论

选取 26 个评价指标,采用 AHP 法,分别对指标权重相等(情景 1)和不等(情景 2)2 种情况下的重庆 100 株漆树进行综合评价表明,100 株漆树综合评价指数差异无统计学意义;优先选择各指标权重不等(情景 2)时排名靠前的 60 株漆树优质树木,分别来源于城口 14 株,奉节 19 株,巫山 11 株,巫溪 16 株。

就三峡库区漆树的分布而言,本次调查取样在城口居多(表 1)。城口地处渝、川、陕 3 省(市)交界处,气候温和,雨量充沛,日照较足,四季分明,与其他区县相比,更加适合漆树的生长。然而,最终筛选出的 60 株漆树优树中,来源于城口的仅 14 株,占优树的 23.33%,由此说明,在筛选优质种源时,不仅要考虑区域的地理、气候条件,还需综合考虑植物长势、果实数量和质量等。由此,本文选用层次分析法(AHP)进行三峡库区漆树优树初选较为合理。

层次分析法是 20 世纪 70 年代由美国运筹学家 Saaty T L 提出的一种定性分析与定量分析相结合的多目标决策分析方法,用以解决各类复杂系统分析与决策中目标优选、排序等问题<sup>[13]</sup>,已被广泛运用于各行业<sup>[14]</sup>。在本研究中,在充分考虑以上原则的基础上,选取 26 个指标对三峡库区范围内漆树种源进行综合评价。为考察 AHP 法的可靠性,我们对各指标权重相等时(情景 1)和各指标权重不相等时(情景 2)的评价结果进行对比分析。研究表明,2 种情况下的漆树综合评价指数差异无统计学意义(表 10),但情景 2 中的综合评价指数分布更为集中(图 2)。这是因为采用 AHP 法设置权重时,各指标权重不等,有的指标标准化数值大,但该指标权重小,从而减小了不同编号漆树两者乘积之间的差距,进而缩小了综合评

价指数分布的范围。

此外, 来源于不同区县的漆树具有不同的综合评价指数, 最大值和最小值间存在一定差异(表 10), 表明其可能存在一定的遗传多样性。由于种群距离较远、基因交流机会少、结实母株减少等原因, 从而限制了种群的发展壮大<sup>[15-16]</sup>。很多研究表明, 生境片段化将会造成遗传多样性降低<sup>[16-17]</sup>。同时, 在种内遗传漂移、突变、迁移等因素的影响下, 不同地理位置的同一物种在形态和生理特性等方面产生明显差异, 最终形成特定的地理种源。研究树种地理种源间的生长和适应性变异, 为研究区域筛选经济性与适应性较佳种源, 是种源试验的重要内容<sup>[18]</sup>。李建民<sup>[19]</sup>对同种源马褂木的研究表明, 树高、胸径、冠幅、枝下高随立地条件的改善而增加。周志春等<sup>[20]</sup>也发现, 立地条件差异会影响木荷种源生长性状和分支性状。不同种源的蒙古栎具有不同的生长性状<sup>[21]</sup>。

表型变化是物种进化的重要方面, 反映了种群对不同环境的适应状况<sup>[22]</sup>, 表型多样性是遗传多样性与环境多样性的综合体现。因此, 本研究的考察指标也包括树皮颜色、树叶颜色、果实颜色、果实形状、果实横径、果实纵径、种仁横径、种仁纵径等表现型指标。研究表明, 除与果实(籽粒)产量相关的指标权重较高外, 有关立地条件的指标权重较低(表 9)。这是因为本研究以筛选具有更高经济潜力的漆树为目标, 故更加重视漆树的果实(籽粒)状况。

综上所述, 本文采用 AHP 法对三峡库区漆树资源优树进行初选研究。该方法提供了层次思维框架, 通过对比进行标度, 把定性判断与定量推断结合, 增强了科学性和实用性。来源于不同区域的漆树具有不同的综合评价指数, 存在一定的地理变异。经 AHP 法设置指标权重后, 100 株漆树的评价指数分布较各指标权重相等时更为紧密。最终选择运用 AHP 法分析, 得出排名靠前的 60 株漆树优质树木。

## 参考文献:

- [1] 李继晖. 对彭水发展漆树特色经济林的思考 [J]. 重庆林业科技, 2011(3): 56-57.
- [2] 李东旭, 张飞龙. 漆树活性成分提取与应用研究 [J]. 中国生漆, 2014, 33(1): 27-32, 54.
- [3] 傅淑颖, 魏朔南, 胡正海. 漆树生物学的研究进展 [J]. 中国野生植物资源, 2005, 24(5): 12-16.
- [4] 车鸿钧. 干漆的药用价值 [J]. 中国生漆, 1984, 3(3): 45-48.
- [5] 邓嘉农, 黄茹, 何丙辉, 等. 璧山县生态恢复过程中水土保持林主要乔木树种生态位特征研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2011, 33(7): 103-108.
- [6] WAN Y Y, LU R, DU Y M, et al. Does Donglan Lacquer Tree Belong to *Rhus vernicifera* Species [J]. International Journal of Biological Macromolecules, 2007, 41(5): 497-503.
- [7] FRADE J C, RIBEIRO I, GRAÇA J, et al. Chemotaxonomic Application of Py-GC/MS: Identification of Lacquer Trees [J]. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis, 2010, 89(1): 117-121.
- [8] NIIMURA N. Thermogravimetry-Linked Scan Mass Spectrometry-Detection of Urushiol from an East Asian Lacquer film [J]. Thermochimica Acta, 2012, 532(6): 164-167.
- [9] HONDA T, LU R, SAKAI R, et al. Characterization and Comparison of Asian Lacquer Saps [J]. Progress in Organic Coatings, 2008, 61(1): 68-75.
- [10] 蒋艾平, 刘军, 姜景民, 等. 基于层次分析法的乐东拟单性木兰优良种源选择 [J]. 林业科学研究, 2015, 28(1): 50-54.
- [11] 张立军, 袁能文. 线性综合评价模型中指标标准化方法的比较与选择 [J]. 统计与信息论坛, 2010, 25(8): 10-15.
- [12] RUSSO DE F R, CAMANHO R. Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature [J]. Procedia Computer Science, 2015, 55: 1123-1132.
- [13] SAATY T L. Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process [J]. Management Science, 1986, 32(7): 841-855.
- [14] 喻立, 王建力, 李昌晓, 等. 基于 DPSIR 与 AHP 的宁夏沙湖湿地健康评价 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(2): 124-130.
- [15] 陈红锋, 张荣京, 周劲松, 等. 濒危植物乐东拟单性木兰的分布现状与保护策略 [J]. 植物科学学报, 2011, 29(4): 452-458.
- [16] 孙苑馨, 张东来, 刘桂丰. 10 年生黄菠萝种源、家系变异及选择研究 [J]. 林业科技, 2015, 40(6): 5-7.

- [17] 杨 升, 张华新, 李焕勇, 等. 植物地理种源抗逆性研究进展 [J]. 世界林业研究, 2014, 27(3): 19—24.
- [18] 赵兴堂, 夏德安, 曾凡锁, 等. 水曲柳生长性状种源与地点交互及优良种源选择 [J]. 林业科学, 2015, 51(3): 140—147.
- [19] 李建民. 马褂木地理遗传变异和优良种源选择 [J]. 林业科学, 2001, 37(4): 41—49.
- [20] 周志春, 范辉华, 金国庆, 等. 木荷地理遗传变异和优良种源初选 [J]. 林业科学研究, 2006, 19(6): 718—724.
- [21] 张桂芹, 刘跃杰, 姜秀煜, 等. 蒙古栎种源生长性状的遗传变异及优良种源选择 [J]. 东北林业大学学报, 2015, 43(4): 5—7.
- [22] WINKER K. Reuniting Phenotype and Genotype in Biodiversity Research [J]. Bioscience, 2009, 59(8): 657—665.

## Primary Results of the Selection of Superior Lacquer (*Toxicodendronw acifluum*) Trees in the Three Gorges Reservoir Area

ZHOU Xiao-zhou<sup>1</sup>, YANG Yu-jing<sup>2</sup>, PENG Xiu<sup>1</sup>,  
LI Xiu-zhen<sup>1</sup>, TAN Ming-zhao<sup>2</sup>

1. Chongqing Academy of Forestry Science, Chongqing 400036, China;

2. Institute of Forest Ecological Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry Science, Beijing 100091, China

**Abstract:** In order to select superior lacquer (*Toxicodendronw acifluum*) trees in the Three Gorges Reservoir Area, site conditions, growth conditions and fruits of 100 lacquer trees from Chengkou, Kaixian, Fengjie, Wuxi, and Wushan of Chongqing municipality were investigated. We established an index framework involving 26 indexes for superior lacquer tree selection and studied 2 scenarios, i. e. Scenario 1, in which each index shared the same weight, and Scenario 2, in which each index had different weights. The relative weights of the 26 indexes were established with the paired comparison method, and the comprehensive evaluation value for each tree under the two scenarios was calculated by summing up the products of standard value of each index and their weights. In Scenario 2, the weights for each index were provided through the analytic hierarchy process (AHP). Superior lacquer trees were selected after ranking the comprehensive evaluation values. The results showed that there was no significant difference between the comprehensive evaluation values under the two scenarios. According to the final goal, 60 superior lacquer trees were selected from Scenario 2, of which 14, 19, 11 and 16 were from Chengkou, Fengjie, Wushan, and Wuxi, respectively.

**Key words:** lacquer seed; identification and evaluation; germplasm resources; Three Gorges Reservoir Area; superior tree selection

责任编辑 周仁惠  
崔玉洁

