

广东梁化林场生态公益林林果经营物种选择评价*

马振环 张 贝 陈世清

(华南农业大学 林学与风景园林学院, 广东 广州 510642)

摘要 以果树的适应性功能和经济功能共 8 项指标构建广东省惠州市国营梁化林场林果经营物种选育评价指标体系, 以生态公益林林果经营物种综合评价价值 (Y) 来衡量林果选择效果。结果表明, 块状种植模式的杨梅 (*Myrica rubra*)、莲雾 (*Syzygium samarangense*)、神秘果 (*Synsepalum dulcificum*)、蛋黄果 (*Lucuma nervosa*)、人心果 (*Manilkara zapota*) 和点状种植模式的蛋黄果、番石榴 (*Psidium guajava*) 的综合评价价值 (Y) 高于 2.0, 可以作为生广东省态公益林林果经营的选择物种。

关键词 生态公益林; 林果; 物种选择; 层次分析

中图分类号: S727.9 文献标识码: A 文章编号: 2096-2053 (2017) 02-0081-05

Selection and Estimation of the Forest Fruit Species for Management in Lianghua Tree Farm Non-commercial Forest

MA Zhenhuan ZHANG Bei CHEN Shiqing

(College of Forestry and Landscape Architecture, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract The evaluation index system of the forest fruit species selection for management in non-commercial forest was established based on eight factors in adaptability and economic function in this research, and the selection result was tested by the comprehensive estimated value (Y). Furthermore, the estimation system was used to evaluate the Lianghua state-operated tree farm in Huizhou, Guangdong. The result showed the comprehensive estimated values (Y) of *Myrica rubra*, *Syzygium samarangense*, *Synsepalum dulcificum*, *Lucuma nervosa*, *Manilkara zapota* in bulk pattern and *Lucuma nervosa*, *Psidium guajava* in dot pattern were higher than 2.0, which indicated these species are appropriate to used in the forest fruit management of ecological public-welfare forests in Guangdong province.

Key words non-commercial forest; forest fruit; species selection; Analytic Hierarchy Process

生态公益林的建设、经营、管理是功在当代、利在千秋的社会公益事业, 已被纳入国家发展规划^[1]。当前对生态公益林的研究主要集中在生态公益林的经营管理^[2-4]、效益评价^[5-7]、补偿机制^[8-9]等方面, 对于生态公益林生态补偿低、管理难度大、林农积极性不高等问题^[3,10-11]仍没有一个统筹解决的方法。“以耕代抚”经营方式是为应对上述

问题提出的方案, 即用具有经济收益的林下种植活动代替公益林的抚育工作, 以激发林农经营抚育生态公益林的积极性, 增强生态公益林质量和功能。目前经营树种的选择多从其生态适应性^[12-15]、生态功能^[16-17]、经济功能^[18-20]和观赏价值^[21-22]等方面进行评价, 本研究在对该经营方式设计实验^[23]和可行性评价研究^[24]的基础上, 结合现有

* 基金项目: “十二五”国家科技支撑计划课题“南方集体林区生态公益林可持续经营技术研究与示范”(2012BAD22B05)。

第一作者: 马振环 (1989—), 男, 在读硕士研究生, 研究方向为森林经理, E-mail: m13249160282@163.com。

通信作者: 陈世清 (1966—), 男, 教授, 主要从事森林经理和生态旅游方面的教学、科研与社会服务工作, E-mail: sqc@scau.edu.cn。

研究与生产实际情况，从生态适应性和经济功能两个方面选取指标建立生态公益林林果选择评价指标体系，并对试验地选取的林果物种进行评价，以期对生态公益林的建设提供参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

试验地设在广东省惠州市国营梁化林场，林场位于东江流域，坐标为 114° 42′ 25″ ~114° 51′ 5″ E，23° 8′ 13″ ~23° 13′ 34″ N，属于南亚热带季风气候区，年平均气温 22 ℃，平均年降水量 1 770 mm，海拔 110~225 m，土壤类型为赤红壤。林场森林面积为 6 734.6 hm²，省级以上生态公益林面积 3 953.7 hm²，市级生态公益林面积 2 165.3 hm²，林果高效经营实验基地建成于 2013 年 4 月，总面积 13 hm²，林内主要树种为杉木（*Cunninghamia lanceolata*）、大叶桉（*Eucalyptus robusta*）及木荷（*Schima super-*

ba），种植模式为块状、带状及点状种植（表 1）。

表 1 2013 年试验地乔木层基本特征

树种	林龄/a	郁闭度	平均胸径/cm	平均树高/m
杉木			7.9	8.4
桉树	12.0	0.7	9.8	10.1
木荷			8.8	7.6

1.2 研究方法

1.2.1 评价指标体系 在现有研究的基础上^[14-28]结合林果经营的目的和梁化林场的自然条件，从适应性功能和经济功能 2 方面选取指标建立生态公益林林果经营物种选择评价指标体系（表 2）。具体评价指标的选取结合频度分析法^[14]与理论分析法^[14]，即先用频度分析法，在全面收集树种选择相关研究文献的基础上，选择使用频度高的评价指标，同时结合理论分析法，根据经营目的和研究区现状进行分析，最终确定林果经营树种选

表 2 生态公益林林果物种选择评价指标体系

评价体系			评价标准	划分等级
目标层 A	功能层 B	指标层 C		
生态公益林林果物种选育评价指标体系	适应性功能（B ₁ ）	树高（C ₁ ）	生长速度较快，年生长量≥ 0.50 m	优
			生长速度一般，年生长量在（0.25 m，0.5 m）区间内	中
			生长速度较慢，年生长量≤ 0.25 m	差
		地径（C ₂ ）	生长速度较快，年生长量≥ 0.50 cm	优
			生长速度一般，年生长量在（0.25 cm，0.50 cm）区间内	中
			生长速度较慢，年生长量≤ 0.25 cm	差
		冠幅（C ₃ ）	生长速度较快，年生长量≥ 0.50 m	优
			生长速度一般，年生长量在（0.25 m，0.50 m）区间内	中
			生长速度较慢，年生长量≤ 0.25 m	差
	经济功能（B ₂ ）	存活率（C ₄ ）	存活率≥ 85%	优
			存活率在（70%，85%）区间内	中
			存活率≤ 70%	差
		病虫害（C ₅ ）	全株无病虫害危害现象	优
			< 25% 的叶、芽或果实有病虫害危害现象	中
			≥ 25% 的叶、芽或果实有病虫害危害现象	差
		高冠比（C ₆ ）	高冠比≤ 1.0	优
			高冠比在（1.0，1.5）区间内	中
			高冠比> 1.5	差
结实量（C ₇ ）	盛果期平均结实量≥ 10 kg/ 株	优		
	盛果期平均结实量在（5 kg/ 株，10 kg/ 株）区间内	中		
	盛果期平均结实量≤ 5 kg/ 株	差		
水果单价（C ₈ ）	平均市场价≥ 30 元 /kg	优		
	平均市场价在（15 元 /kg，30 元 /kg）区间内	中		
	平均市场价≤ 15 元 /kg	差		

注：表中等级评价标准的范围为开区间，不包括两界端点。

择的评价指标（表2）。

评价指标的权重用层次分析法（AHP）^[16,18,23-28]确定。研究使用Yaahp软件处理数据。Yaahp软件是专门为AHP法而开发的一款数据处理分析软件，该软件在可视化界面建立评价模型，通过判断矩阵进行数据录入，在各功能层内对各评价指标的重要性两两比较，在软件的判断矩阵面板勾选检测基本一致性和自动选择调整算法，设置一致性比例阈值为0.10，检验得出的矩阵一致性检验比例值，根据得到的各指标权重构建林果经营物种选择评价线性模型，对评价指标体系中优、中、差3个等级分别赋值为3、2、1分，将不同模式下各林果物种的数据代入评价指标体系中得

出各物种对应指标的得分，将各指标得分代入线性评价模型中计算该物种的综合评价价值（Y），根据Y值进行比较，最终选出适宜的经营物种。

1.2.2 测定指标 参考程苗^[23]的生态公益林林果经营方法，对试验地种植的林果进行经营管理并调查统计（表3）。受2013年8月台风“天兔”影响，于2014年4月完成对试验地果苗补植，2014年11月和2015年11月统计试验地果苗地径、苗高、冠幅、存活率和病虫害（表4），2015年全年监测林果结实情况，及时收获并计算平均单株结实量。并在每种水果上市后10~15 d内在当地水果批发市场调查其平均价格，作为评价指标之一（表5）。

表3 梁化林场林果高效经营试验地林果物种名录

编号	科	属	物种名	拉丁名
1	杨梅科	杨梅属	杨梅	<i>Myrica rubra</i>
2	蔷薇科	枇杷属	枇杷	<i>Eriobotrya japonica</i>
3	蔷薇科	桃属	桃	<i>Amygdalus persica</i>
4	桃金娘科	蒲桃属	莲雾	<i>Syzygium samarangense</i>
5	桃金娘科	番石榴属	番石榴	<i>Psidium guajava</i>
6	山榄科	蛋黄果属	蛋黄果	<i>Lucuma nervosa</i>
7	山榄科	神秘果属	神秘果	<i>Synsepalum dulcificum</i>
8	山榄科	人心果属	人心果	<i>Manilkara zapota</i>

表4 梁化林场林果高效经营试验地5 a 生林果物种生长表现

栽种模式	物种	生长量			存活率	结实量 / (kg · 株 ⁻¹)	病虫害	区域 面积 /hm ²
		地径 /cm	高度 /m	冠幅 /m				
带状	桃	0.13	0.16	0.03	0.57	0.00	轻	0.80
	枇杷	0.04	0.15	0.03	0.49	0.00	重	
	蛋黄果	0.08	0.07	0.04	0.89	0.10	无	
	番石榴	0.08	0.06	0.09	0.81	0.00	无	
	杨梅	0.35	0.09	0.24	0.71	0.00	无	
块状	枇杷	0.41	0.26	0.22	0.52	0.00	重	1.20
	蛋黄果	0.53	0.29	0.09	0.92	0.10	无	
	番石榴	0.63	0.70	0.55	0.75	1.10	无	
	杨梅	0.62	0.37	0.24	0.91	0.00	无	
	莲雾	0.04	0.16	0.04	1.00	0.10	轻	
	神秘果	0.99	0.47	0.32	1.00	0.00	无	
	人心果	0.56	0.16	0.06	1.00	0.10	无	
点状	桃	0.08	0.09	0.07	0.78	0.00	轻	11.80
	枇杷	0.03	0.16	0.04	0.82	0.00	重	
	蛋黄果	1.06	0.10	0.34	0.92	0.00	无	
	番石榴	0.05	0.17	0.06	0.87	0.20	无	
	杨梅	0.32	0.14	0.08	0.81	0.00	无	

注：林果生长量为2014—2015年度的生长量，存活率为2014年11月—2015年11月的存活率平均值。

表 5 惠东市场水果平均价格

水果	价格 / (元 · kg ⁻¹)	调查时间
桃	13.3	2015 年 6 月—7 月
枇杷	10.5	2015 年 3 月—4 月
蛋黄果	16.0	2015 年 5 月—6 月
番石榴	10.4	2015 年 10 月—11 月
杨梅	36.7	2015 年 6 月—7 月
莲雾	39.4	2015 年 3 月—4 月
神秘果	≥ 80.0	2015 年 10 月—11 月
人心果	≥ 60.0	2015 年 4 月—5 月

2 结果与分析

2.1 构建线性模型

通过软件分析, 分别得到功能层和指标层判断矩阵 (表 6~7)。由表中一致性检验比例数据可知, 各判断矩阵可以达到满意的一致性要求。

表 6 功能层判断矩阵及一致性检验

功能	B ₁	B ₂	一致性检验比例
B ₁	1.0000	5.0000	0.0000
B ₂	0.2000	1.0000	

注: B₁、B₂ 分别为适应性功能和经济性功能。
根据各指标的权重, 构建南方生态公益林林果经营物种选择评价线性模型为:

$$Y=B_1+B_2=0.038\ 7\ C_1+0.076\ 6\ C_2+0.250\ 7\ C_3+0.391\ 9C_4+0.075\ 4C_5+0.115\ 1C_6+0.026\ 7C_7+0.024\ 8\ C_8$$

2.2 林果物种选择评价

由表中数据可知 (表 8), 带状模式下蛋黄果的综合评价价值最高, 其次为番石榴、杨梅、桃、枇杷的最低; 块状模式下莲雾的综合评价价值最高, 其次为杨梅、神秘果、蛋黄果、人心果、番石榴、

枇杷的最低; 点状模式下蕃石榴的综合评价价值最高, 其次为蛋黄果、杨梅、桃、枇杷的最低。林果经营物种综合评价价值满分为 3 分, 以等分法将其分为 3 段区间, 以综合评价价值由高到低分别代表优、中、差 3 个等级, 选取优等级的物种作为生态公益林林果经营物种。3 种模式下的 7 个物种 Y 值分布在 0.999 9~2.466 4 之间。其中 Y 值 2.0 以上, 即优等级的有块状种植模式的蛋黄果、杨梅、莲雾、神秘果、人心果和点状种植模式的蛋黄果、番石榴。Y 值在 1.0 以下, 即差等级的有带状和块状种植模式下的枇杷。其余种植模式下各物种 Y 值均分布在 1.0~2.0 之间, 即为中等级。

表 8 梁化林场林果高效经营试验地不同模式经营物种综合评价值

栽种模式	物种	Y 值
带状	桃	1.1767
	枇杷	0.9999
	蛋黄果	1.7591
	番石榴	1.5426
	杨梅	1.2906
块状	枇杷	0.9999
	蛋黄果	2.1125
	番石榴	1.8827
	杨梅	2.4019
	莲雾	2.4664
	神秘果	2.1760
点状	人心果	2.0994
	桃	1.4920
	枇杷	1.3918
	蛋黄果	2.0359
	番石榴	2.0616
	杨梅	1.5674

表 7 指标层判断矩阵及一致性检验

功能与指标	B ₁					B ₂			一致性检验比例
	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅	C ₆	C ₇	C ₈	
C ₁	1.0000	0.3333	0.1667	0.1429	0.5000				0.0266
C ₂	3.0000	1.0000	0.2000	0.2000	1.0000				
C ₃	6.0000	5.0000	1.0000	0.5000	3.0000				
C ₄	7.0000	5.0000	2.0000	1.0000	6.0000				
C ₅	2.0000	1.0000	0.3333	0.1667	1.0000				
C ₆						1.0000	4.0000	5.0000	0.0053
C ₇						0.2500	1.0000	1.0000	
C ₈						0.2000	1.0000	1.0000	

注: C₁~C₈ 分别为树高、地径、冠幅、存活率、病虫害、高冠比、结实量、水果单价; B₁、B₂ 分别为适应性和经济性功能。

3 结论与讨论

3.1 研究建立了生态公益林林果物种选择评价指标体系, 指标体系包含了适应性功能和经济性功能在内的 8 项指标。构建了生态公益林林果物种选育线性评价模型。对比模型中的各指标权重可知, 功能层中适应性功能占最大比重 ($B_1=0.83$), 其指标层中存活率 ($C_4=0.3919$) 比重较大, 经济性功能占比重较小 ($B_2=0.17$), 表明经济性功能指标在开展林果经营中并非主要的选择标准。

3.2 初步选出了适合试验地公益林林果经营的物种。通过构建的线性评价模型对 3 种模式下的 7 种林果进行评价, 块状模式下杨梅、莲雾、神秘果、蛋黄果、人心果和点状模式的蛋黄果、番石榴的综合评价价值 (Y) 高于 2.0, 属于优等级, 可以作为南方亚热带地区生态公益林林果经营的选择物种。

3.3 鉴于实验基地营建时间较短, 缺乏对林果物种的长期经营和监测, 对于林果经营中、后期的研究是下一步的研究重点。此外, 试验地多次遭受台风及霜冻等自然灾害的影响, 林果经营实验得出的结果与无自然灾害影响的条件下得出的结果应有差异。

参考文献

- [1] 孙金华, 唐小明, 黄艺. 我国生态公益林管理的内涵及体系结构[J]. 世界林业研究, 2011, 24(4): 45-49.
- [2] 韦时. 生态公益林管理问题及对策浅析[J]. 南方农业, 2016, 10(15): 121.
- [3] 梁海明. 生态公益林经营管理存在的问题及对策[J]. 中国林业产业, 2016, 7(4): 109-110.
- [4] 余坤勇, 刘健, 陈昌雄, 等. 生态公益林经营管理研究进展[J]. 江西林业科技, 2007(2): 41-45.
- [5] 吴霜, 延晓冬, 张丽娟. 中国森林生态系统能值与服务功能价值的关系[J]. 地理学报, 2014, 69(3): 334-342.
- [6] 李卫忠, 郑小贤, 赵鹏祥. 生态公益林效益评价方法的研究与进展[J]. 西北林学院学报, 2001, 16(4): 88-92.
- [7] 张志华. 生态公益林效益评价研究综述[J]. 林业调查规划, 2009, 34(3): 72-75.
- [8] 汪锦辉, 邓华锋. 生态公益林补偿机制及经营与管护综述[J]. 林业资源管理, 2006(6): 30-34.
- [9] 崔一梅. 北京市生态公益林补偿机制的理论与实践研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2008.
- [10] 温庆忠, 许易琦, 赖兴会. 林改后集体公益林经营管理面临的问题及对策[J]. 林业经济, 2010(7): 23-25.
- [11] 陈永明, 詹天军, 潘从忠. 生态公益林经营管理相关问题分析[J]. 北京农业, 2015(17): 74.
- [12] 冯瑞雪, 武秀娟. 造林树种生态适应性评价研究进展[J]. 山西林业科技, 2012, 41(1): 42-45.
- [13] 盛大勇, 牛晓楠, 马红岩, 等. 景观林带树种选择与配置研究——以惠州市为例[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(1): 56-61.
- [14] 连辉明, 殷祚云, 曾令海, 等. 广东古兜山次生林引入更新树种选择研究[J]. 广东林业科技, 2014, 30(6): 1-8.
- [15] 李莉, 林文欢, 詹潮安, 等. 粤东沿海第一重山主要造林树种生长分析及选择[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(3): 55-60.
- [16] 何兴元, 宋力, 徐文铎, 等. 应用AHP构建城市森林树种综合评价指标体系[J]. 辽宁林业科技, 2006(3): 1-3; 15.
- [17] 解迪, 宋力. 沈阳城市绿化树种综合评价指标体系研究[J]. 沈阳农业大学学报(社会科学版), 2006, 8(1): 58-60.
- [18] PIOTTO D, CRAVEN D, MONTAGNINI F, et al. Silvicultural and economic aspects of pure and mixed native tree species plantations on degraded pasturelands in humid Costa Rica[J]. New Forests, 2010, 39(3): 369-385.
- [19] 胡建忠, 马国力, 党维勤, 等. 黄土高原重点水土流失区人工栽培乔木树种的区位配置方案[J]. 中国水土保持科学, 2004, 2(1): 62-69.
- [20] 李叶, 张川红, 郑勇奇, 等. 外来树种生态经济综合评价指标体系[J]. 生态学杂志, 2010, 29(5): 1039-1046.
- [21] 薛克娜, 田雪琴, 柯欢, 等. 基于层次分析法的4种山茶科植物观赏价值评价[J]. 广东林业科技, 2015, 31(2): 109-113.
- [22] 梁德明, 唐洪辉, 赵庆, 等. 城市森林生态景观建设优良树种评价模型构建方法初探[J]. 广东林业科技, 2014, 30(4): 22-27.
- [23] 程苗. 生态公益林林果高效经营示范基地建设研究[D]. 广州: 华南农业大学, 2013.
- [24] 张贝, 马振环, 陈世清. 生态公益林林果高效经营评价方法研究[J]. 亚热带植物科学, 2015(3): 223-227.
- [25] 倪必勇, 林文俊, 陈世品, 等. 福建省珍贵用材树种选择与评价[J]. 森林与环境学报, 2015, 35(4): 351-357.
- [26] 苏纯兰, 陈葵仙, 胡秋艳, 等. 基于层次分析法构建东莞市古树名木健康评价体系[J]. 林业与环境科学, 2016, 32(2): 57-62.
- [27] 崔英, 兰士波, 温爱亭. 国外生态经济树种沙棘引种驯化及早期评价[J]. 中国林副特产, 2011(5): 64-66.
- [28] 孙斌. 无患子果实经济性状评价及优树选择研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2013.