

广东德庆县香山森林公园黄牛木种群特征研究

许凯¹, 马英², 陈三雄¹, 骆金初¹, 黄伟城¹, 郭微¹, 王龙远^{1*}

(1. 仲恺农业工程学院园艺园林学院, 广东广州 510220; 2. 广州瑞华环保科技有限公司, 广东广州 511499)

摘要 [目的]分析黄牛木(*Cratoxylum cochinchinense*)种群结构特征和种群动态变化趋势。[方法]通过对广东省德庆县香山森林公园黄牛木群落进行样方调查,利用方差均值比率法和聚集度指标,对样地内的物种组成、年龄结构、空间结构、生活型谱、物种多样性等进行分析。[结果]样地内共有维管植物67种,隶属38科62属,植被分层明显,各层级的植物种类表现为灌木层(21种)=乔木层(21种)>草本层(15种)>层间层(10种);黄牛木种群的年龄结构呈现“纺锤型”,为稳定型种群,绝大部分个体尚未进入生理衰老期,且样地幼树数量少,表明样地中黄牛木的更新和生长压力较大;样地各层植物的丰富度指数以灌木层最大,为3.48,草本层和层间层的物种丰富度相对小;均匀度指数中灌木层植物最大,其次为草本层,分别为0.76、0.72,乔木层和层间层植物较小;Shannon-Wiener多样性指数也是以灌木层最大、草本层次之,分别为2.32和2.08;优势种群空间分布格局分析发现,黄牛木种群为聚集分布,马尾松(*Pinus massoniana*)种群为均匀分布。[结论]该研究可为广东德庆县黄牛木的经营管理及生态修复提供科学依据。

关键词 黄牛木;物种多样性;种群特征;年龄结构;肇庆市

中图分类号 S718.5 **文献标识码** A

文章编号 0517-6611(2022)13-0125-05

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2022.13.033

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Study on Population Characteristics of *Cratoxylum cochinchinense* in Xiangshan Forest Park of Deqing County, Guangdong

XU Kai¹, MA Ying², CHEN San-xiong¹ et al (1. College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510220; 2. Guangzhou Rui-hua Environmental Technology Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 511499)

Abstract [Objective] To analyze the characteristics of *Cratoxylum cochinchinense* population structure and the trend of population dynamics. [Method] The sample plot of Xiangshan Forest Park in Deqing County of Zhaoqing City was set up by using the quadrangle survey method, and the species composition, age structure, spatial structure, lifestyle spectrum and species diversity were analyzed by combining the variance mean ratio method and aggregation index. [Result] 67 species belonging to 38 families and 62 genera were recorded. The vegetation stratification was obvious, and the species number of shrub layer (21 species) = tree layer (21 species) > herb layer (15 species) > interlayer (10 species). The age structure of the *Cratoxylum cochinchinense* population showed a “spindle type”, which was a stable population. Most of the individuals had not entered the physiological aging stage, and the saplings in the population were few, which means there was pressure to the regeneration and growth of *Cratoxylum cochinchinense* population. The richness index of shrub layer was the highest (3.48), while that of herb layer and interlayer was relatively lower. In Pielou index, shrub layer and herb layer had the highest values of 0.76 and 0.72, respectively, while tree layer and interlayer plants were smaller. Shannon-Wiener index value was higher in shrub layer and herb layer, with values of 2.32 and 2.08. The analysis of spatial distribution pattern of dominant population showed that the population of *Cratoxylum cochinchinense* was clustered distribution, and the population of *Pinus massoniana* was evenly distributed. [Conclusion] The study can provide a scientific basis for the management and ecological restoration of *Cratoxylum cochinchinense* in Deqing County, Guangdong Province.

Key words *Cratoxylum cochinchinense*; Species diversity; Population characteristics; Age structure; Zhaoqing City

种群结构特征是指环境与种群在不同生活史阶段的动态特征,种群的结构分析对评估种群生长趋势及预测其未来变化具有重要的作用^[1]。目前,对种群的研究主要集中在种群结构、数量、组成和空间分布格局等生态学特征方面^[2-4]。如吴联杯等^[3]对安溪云中山南岭栲(*Castanopsis fordii*)种群的生长状况进行了调查,发现南岭栲种群间的总体竞争不激烈,群落处于发展不稳定演替阶段,对外界因素的干扰敏感而易发生变化;李翔等^[4]对梓叶槭(*Acer catalpifolium*)群落的物种构成和群落特征进行了研究,发现梓叶槭幼苗和幼树等级分布出现残缺,种群自然更新困难等。

黄牛木(*Cratoxylum cochinchinense*),又称黄芽木、黄筴木、黄牛茶,是金丝桃科(Hypericaceae)黄牛木属(*Cratoxylum*)

的灌木或小乔木,产广东、广西、云南和海南等省,缅甸、泰国、马来西亚、越南、印度尼西亚和菲律宾也有分布;黄牛木性喜湿润,耐酸性土壤和干旱,多生于山地疏林、灌丛和丘陵,生长慢,但萌蘖能力强,在贫瘠的砂质土壤中生长发育良好,因具有光滑的黄褐色树干及开花时密集的粉红色花而有极高的观赏价值^[5]。黄牛木味甘微苦、性凉,归肺、脾经,具清热解暑、止血祛毒、化湿消积等作用^[6]。临床中报道黄牛木配伍鬼针草(*Bidens pilosa*)水煎内服治疗急性黄疸性肝炎疗效显著^[7];黄牛木提取物还具有显著的抗氧化作用,对人肝癌细胞SMMC具有细胞毒活性^[8]。

黄牛木是我国南方地区特有的乡土树种和先锋树种^[9-10],可用于困难立地的生态修复与植被改造。因此,对黄牛木的种群结构特征和种群的动态变化趋势进行研究,可为黄牛木种群的生长更新和管理提供理论依据。目前,对黄牛木种群的生态学特征研究较多。如刘东蔚等^[11]对深圳羊台山黄牛木群落特征进行了研究,发现该群落处于演替的中期阶段,可能会演化为以润楠(*Machilus nanmu*)、水蒲桃(*Syzygium samarangense*)、红鳞蒲桃(*S. hancei*)等中生性、寿

基金项目 广东省林业局省级生态公益林效益补偿资金省统筹经费项目“生态公益林区受损裸地植被恢复关键技术与示范”;仲恺农业工程学院校级本科教学质量与教学改革工程项目“植物学野外实践教学改革”(KA210314630)。

作者简介 许凯(1996—),男,广东河源人,硕士研究生,研究方向:植物分类与资源利用。*通信作者,讲师,博士,从事植物分类与资源利用研究。

收稿日期 2021-11-02

命较长的树种为主的常绿阔叶林;杜家贤等^[12]对海南猕猴岭自然保护区海南锥(*Castanopsis hainanensis*) + 黄牛木群落特征进行了研究,发现该群落处在演替的初期阶段,黄牛木属于典型的阳生树种,随着群落郁闭度的提高会逐渐退出群落;韦彩丽等^[13]对黄牛木种群扩散动态的研究发现,黄牛木种群靠风力扩散,种群冠层扩散率先增大后减小,在人工经营下,当黄牛木胸径达到 23.4 cm 时,种群的扩散会受到阻碍,应对种群进行适当间伐。笔者以广东德庆县香山森林公园为研究地,研究了黄牛木的种群结构特征和种群的动态变化趋势。

1 研究区概况

香山森林公园(以下简称“香山”)位于广东省肇庆市德庆县新圩镇(11°32′~112°17′E, 23°04′~23°30′N),最高峰海拔 368.3 m,属丘陵低山。公园南临西江,其内丘陵与河谷相间,山间谷底经泥沙堆积形成沉积盆地。土壤主要为赤红壤,除沿江一带比较贫瘠外,大部分土壤肥力中等。年平均气温 22.3℃,年平均降雨量 1 513 mm,年平均日照时数 1 848 h。

2 研究方法

2.1 调查方法 采用样方调查法^[14],在香山森林公园整体踏查的基础上,选择黄牛木为优势植物群落,设置 16 个 10 m×10 m 的小样方,在每个 10 m×10 m 小样方内设置 1 个 5 m×5 m 灌木样方,在每个灌木样方内设置 1 个 2 m×2 m 的草本样方。测量 10 m×10 m 样方内所有乔木树种的树高、胸径、冠幅等生长因子,记录幼苗生长状况;测量 5 m×5 m 样方内所有灌木个体的高度、地径和冠幅;测定 2 m×2 m 样方内所有草本个体的株高、盖度和多度^[15]。

2.2 分析方法

2.2.1 群落结构划分。群落结构从树冠至地面划分,将香山森林公园样地中 10 m×10 m 样方内所有植物种类分为乔木层、灌木层、草本层和层间植物^[16]。在乔木层内分为 2 个亚层,第 1 个亚层植被的高度为 6 m 以上,第 2 亚层植被的高度为 2~6 m,覆盖度为 50%以上;5 m×5 m 灌木层样方的高度一般在 3 m 以下,该层植被的覆盖度受上层林木的影响较大,覆盖度一般为 30%~40%;2 m×2 m 草本层样方内植被高度一般在 1 m 以下,覆盖度为 10%以下,多为集聚生长或局部分布;层间植物主要为藤本植物,包括附生、寄生植物。并且与附近的 2 座山体(白云山和石花山)在物种组成和年龄结构上进行比较。

2.2.2 种群发育阶段划分。采用空间替代时间法,将胸径的大小作为衡量其年龄大小的指标,参照林木发育阶段的划分方法^[17],将不同胸径(DBH)大小的植物个体划分为 5 个年龄组:老树(DBH ≥ 15.0 cm)、大树(11.0 cm ≤ DBH < 15.0 cm)、中树(5.0 cm ≤ DBH < 11.0 cm)、小树(1.0 cm ≤ DBH < 5.0 cm)、幼树(1.0 cm < DBH ≤ 1.3 cm)。

2.2.3 种群空间结构特征。

2.2.3.1 方差均值比率法。方差均值比率法^[16]建立在 Poisson 分布的预期假设上,Poisson 分布总体有方差(S^2)和均值(X)相等的特性,即 $S^2/X = 1$ 。若 $S^2/X > 1$,则种群趋于

集群分布;若 $S^2/X < 1$,则种群趋于均匀分布。方差和均值的计算方法如下:

$$X = \sum_{i=1}^N X_i / N$$

$$S^2 = \sum_{i=1}^N (X_i - X)^2 / (N - 1)$$

式中, N 为基本样方的个数, X_i 为第 i 个样方内的个体数。

2.2.3.2 聚集强度指标。

(1)负二项参数(K)的计算:

$$K = X^2 / (S^2 - X)$$

当 $K < 0$ 时,种群呈均匀分布;当 $K > 0$ 时,种群呈聚集分布;当 K 值趋于无穷大时(一般 8 以上),种群逼近 Poisson 分布,呈随机分布。 K 值愈小,种群聚集程度愈高。

(2)扩散指数(C)的计算:

$$C = S^2 / X$$

当 $C = 1$ 时,种群呈随机分布;当 $C > 1$ 时,种群呈聚集分布;当 $C < 1$ 时,种群呈均匀分布。

(3)Cassie 指数(C_a)的计算:

$$C_a = 1 / K$$

当 $C_a = 0$ 时,种群呈随机分布;当 $C_a > 0$ 时,种群呈聚集分布;当 $C_a < 0$ 时,种群呈均匀分布。

(4)丛生指数(I)的计算:

$$I = S^2 / X - 1$$

当 $I = 0$ 时,种群呈随机分布;当 $I > 0$ 时,种群呈聚集分布;当 $I < 0$ 时,种群呈均匀分布。

2.2.3.3 物种多样性指标。

(1)丰富度 Margalef 指数: $D_m = (S - 1) / \ln N$

(2)均匀度 Pielou 指数: $E' = H' / \ln S$

(3)优势度 Simpson 指数: $D = 1 - \sum P_i^2$

(4)Shannon-Wiener 指数: $H' = -\sum P_i \ln P_i$

式中, S 为样方内植物种类总和; P_i 为种 i 的个体数占所有种个体数的比率; N 为样方内所有物种个体数之和。

(5)相对多度、相对频度、相对盖度、重要值:

相对多度 = (某种的个体数/同一生活型植物的个体总数) × 100%

相对频度 = (某种的频度/所有物种的频度之和) × 100%

相对盖度 = (某种的盖度/所有物种的盖度之和) × 100%

重要值 = [相对多度 + 相对盖度(相对优势度) + 相对频度] / 3

3 结果与分析

3.1 种群结构分布状况 黄牛木种群的物种组成。通过实地调查发现,香山森林公园的黄牛木种群为天然群落,植被茂盛,成层结构显著且植物类型多为华南地区常见的种类,样方中的植物组成与分层状况见表 1。

香山样地的植物种类共 67 种,隶属 38 科 62 属。其中,超过 4 种的科有叶下珠科(Phyllanthaceae)、野牡丹科(Melastomataceae)、桑科(Moraceae)、茜草科(Rubiaceae)和禾本科

(Poaceae),禾本科的属数和种数最多,为6属6种,其余均为4属4种,禾本科的属数和种数分别占香山样地总属数和总种数的9.68%、8.96%,其余科的属数和种数占总属数和总种数的6.45%、5.97%。白云山样地有31科52属59种,其中茜草科和禾本科的属和种最多,为6属6种,占白云山样地总属数和总种数的11.54%和10.17%^[16];石花山样地有

41科70属78种,大戟科的属和种明显多于其他科植物,为7属9种,分别占石花山样地总属数和总种数的10.00%和11.54%;茜草科植物种类次之,有6属8种^[16]。在科、属、种的数量上看,均表现为石花山样地>香山样地>白云山样地,表明黄牛木群落物种丰富度表现为石花山样地>香山样地>白云山样地。

表 1 不同样地黄牛木种群组成调查结果统计

Table 1 Population composition survey results of *Cratoxylum cochinchinense* at different sample plots

样地 Sample plot	科 Family	属 Genus	种 Species	乔木层 Tree layer		灌木层 Shrub layer		草本 Herbaceous		层间层 Interlayer layer		样地 面积 Sample plot area m ²	文献 来源 Literature source
				种数 Number of species 种	占比 Prop- ortion %	种数 Number of species 种	占比 Prop- ortion %	种数 Number of species 种	占比 Prop- ortion %	种数 Number of species 种	占比 Prop- ortion %		
香山 Xiang Mountain	38	62	67	21	31.34	21	31.34	15	22.39	10	14.93	1 600	—
白云山 Baiyun Mountain	31	52	59	13	22.03	22	37.29	16	27.12	8	13.56	3 900	[16]
石花山 Shihua Mountain	41	70	78	18	23.08	30	38.46	20	25.64	10	12.82	3 200	[16]

此外,香山样地各层级的植物种数表现为灌木层(21种)=乔木层(21种)>草本层(15种)>层间层(10种),分别占香山样地植物种类总数的31.34%、31.34%、22.39%、14.93%;白云山样地的乔木层、灌木层、草本层和层间层植物种数分别有13、22、16、8种,分别占该样地植物总种数的22.03%、37.29%、27.12%、13.56%;石花山样地的乔木层、灌木层、草本层和层间层植物种数分别为18、30、20、10种,分别占该样地植物总种数的23.08%、38.46%、25.64%、12.82%。

3.2 种群径级结构划分 香山样地的种群结构处于低径级的数量达到97.01%,种群的数量随径级增大而减小,为稳定型种群,且中树(5.0 cm≤DBH<11.0 cm)和小树(1.0 cm≤DBH<5.0 cm)的数量多。白云山样地和石花山样地黄牛木种群的小树(1.0 cm≤DBH<5.0 cm)和中树(5.0 cm≤DBH<11.0 cm)的个体数较多,属稳定型种群(图1)。

3.3 种群龄组分布 香山样地的黄牛木种群小树的数量占绝对优势,而幼树、大树和老树只有极少部分,表明该样地黄牛木个体的绝大部分尚未进入生理衰老期(表2)。白云山

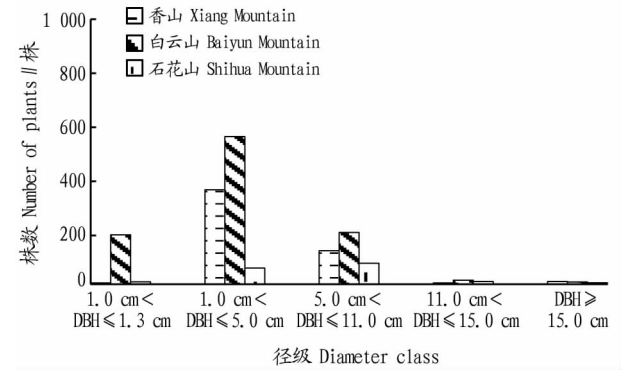


图 1 不同样地黄牛木种群各径级数量分布统计结果

Fig.1 The statistical results of the number distribution of each diameter class of *Cratoxylum cochinchinense* populations at different sample plots

样地各年龄组的数量占比表现为小树>中树>幼树>大树>老树;石花山样地各年龄组数量表现为中树>小树>大树>幼树>老树。相比之下,香山样地的黄牛木幼树个体的数量明显偏少,对该地黄牛木的更新和生长带来压力。

表 2 不同样地黄牛木种群各年龄组数量分布统计结果

Table 2 Statistical results of *Cratoxylum cochinchinense* populations distribution in different age groups at different sample plots

龄组 Age group	香山 Xiang Mountain		白云山 Baiyun Mountain		石花山 Shihua Mountain	
	株数 Plants//株	比例 Proportion//%	株数 Plants//株	比例 Proportion//%	株数 Plants//株	比例 Proportion//%
幼树 Young tree	5	1.00	186	19.45	9	5.62
小树 Small tree	356	70.91	556	58.16	61	38.12
中树 Medium tree	126	25.10	195	20.40	79	49.38
大树 Big tree	5	1.00	15	1.57	10	6.25
老树 Old tree	10	1.99	4	0.42	1	0.63
合计 Total	502	100	956	100	160	100

注:白云山样地和石花山样地的数据来源于文献[16]
Note:The data of Baiyun Mountain sample plot and Shihua Mountain sample plot were from reference [16]

3.4 生活型分析 生活型是用群落所有植物的自身特征差异来区分生态类型,也是植物对特定环境长期适应的外部表

现形式^[18]。按照 Raunkiaer^[19]的划分方法,香山种群植物生活型中,高位芽植物占比最大,达95.08%,有58种,如黄牛

木、布渣叶 (*Strophanthus divaricatus*)、鸭脚木 (*Schefflera heptaphylla*) 3 种植物的重要值均超过 4.0,地上芽植物和 1 年生植物占少数,只有 2 种和 1 种,分别只占 3.28%、1.64%,如金丝草 (*Pogonatherum crinitum*)、扇叶铁线蕨 (*Adiantum flabellulatum*) 和 1 年生植物毛俭草 (*Mnesithea mollicoma*) (图 2)。

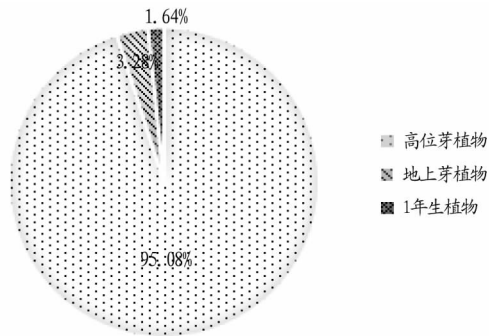


图 2 香山样地黄牛木种群生活型分析

Fig. 2 Life type analysis of *Cratoxylum cochinchinense* population in Xiang Mountain

3.5 群落结构垂直分布特征和水平结构 植物群落的垂直结构是指在垂直高度上出现的分层现象,主要取决于植物生

活型的差异和光照等因素所造成的特征变化^[18],香山样地的垂直结构可分为乔木层、灌木层、草本层和层间层植物。其中,乔木层有 502 株,共 21 种,重要值 ≥ 2 的植物有 4 种 462 株,乔木分为 2 个亚层,第 1 亚层(6~25 m)有 223 株,主要有马尾松、黄牛木;第 2 亚层(2~<6 m)共有 296 株,主要有黄牛木、布渣叶、鸭脚木等,其中马尾松的平均高度(最大高度)和平均胸径(最大胸径)最大,分别为 18.63 m (25.10 m)、22.20 cm (49.21 cm) (表 3)。重要值大于 3.00 且数量最多的乔木是黄牛木(400 株),重要值 65.67;其次为布渣叶(26 株),重要值 4.22;再次为鸭脚木(23 株),重要值 4.10 (表 4)。

香山样地灌木层种类相对较丰富,共有 21 种 353 株,高度主要集中于 0.5~1.5 m,主要是由粗叶榕 (*Ficus hirta*)、假鹰爪 (*Desmos chinensis*)、红背山麻杆 (*Alchornea trewioides*) 等组成。其中数量最多、覆盖面积较大的有粗叶榕、假鹰爪、红背山麻杆和山芝麻 (*Helicteres angustifolia*) 等。草本层种类有 15 种 312 株,以淡竹叶 (*Lophatherum gracile*)、扇叶铁线蕨和乌蕨 (*Odontosoria chusana*) 等为主。其中以禾本科的淡竹叶个体数量最多,有 104 株。

表 3 香山样地黄牛木群落垂直分布特征						
Table 3 Vertical distribution characteristics of <i>Cratoxylum cochinchinense</i> community in Xiang Mountain						
树种 Tree species	株数 Plants 株	样方数 PN	平均株高 Average plant height//m	最大高度 Maxi-mum plant height//m	平均胸径 Average DBH//cm	最大胸径 Max DBH//cm
黄牛木 <i>Cratoxylum cochinchinense</i>	400	16	5.82	13.20	4.13	12.96
布渣叶 <i>Strophanthus divaricatus</i>	26	4	5.10	7.80	4.36	8.73
鸭脚木 <i>Schefflera heptaphylla</i>	23	8	5.13	7.20	4.94	13.26
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	19	11	18.63	25.10	22.20	49.21
野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	7	2	4.29	7.80	1.43	1.62

表 4 香山样地黄牛木群落物种水平结构分析					
Table 4 Analysis of species horizontal structure of <i>Cratoxylum cochinchinense</i> community in Xiang Mountain					
物种 Tree species	株数 Plants	相对多度 Relative abundance	相对盖度 Coverage	相对频度 Relative frequency	重要值 Importance value
黄牛木 <i>Cratoxylum cochinchinense</i>	400	64.53	0.75	0.38	65.67
布渣叶 <i>Strophanthus divaricatus</i>	26	4.05	0.07	0.10	4.22
鸭脚木 <i>Schefflera heptaphylla</i>	23	3.89	0.02	0.20	4.10
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	19	2.53	0.11	0.27	2.91
野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	7	1.18	0.01	0.05	1.24

3.6 群落物种多样性 群落物种多样性以特定区域内所有物种的数量与分布特征来表现,既可以体现物种与环境的关系,又能反映植被演替的动态变化,对群落的稳定性与复杂性程度有重要的评估作用^[20]。该研究结果显示,香山样地该群落中各层植物的丰富度指数以灌木层最大,为 3.48,草本层和层间层的物种丰富度相对小。均匀度指数以灌木层最大,其次为草本层,分别为 0.76 和 0.72,乔木层较小。各层的优势度以 Simpson 指数表示,其中乔木层最大达 0.66。变化度指数以 Shannon-Wiener 指数表示,灌木层最大,其次为草本层,分别为 2.32、2.08 (表 5)。

3.7 主要种群空间分布格局 群落中植物的水平空间分布格局是物种与环境的长期相互适应、相互作用的结果^[21],它

决定了物种自身的形态结构、生理生态特性,同时与自然生境条件(包括土壤、地形、地貌等)及其所处群落中其他种群的排斥等生态效应密切相关。笔者主要选取了群落中物种丰富度占据优势地位的 5 种乔木,分析其空间分布格局,结果表明,除马尾松为均匀分布外,其余均为聚集分布(表 6)。

4 结论与讨论

该研究利用样方法调查了广东德庆县香山森林公园以黄牛木为优势的植物群落,从群落的物种组成、年龄结构、空间结构、生活型谱、物种多样性等方面来看,整体以小树(1.0 cm $\leq$ DBH<5.0 cm)和中树(5.0 cm $\leq$ DBH<11.0 cm)立木数量占优势,而大树(11.0 cm $\leq$ DBH<15.0 cm)和老树(DBH $\geq$ 15.0 cm)的数量占比少,表明该群落处于演替初期

年龄结构呈现“纺锤型”。根据一般性的亚热带和南亚热带次生林的演替系列^[22],在未来的发展中,排除人为因素,以黄牛木为主的阳生性树种将逐渐被以中生性树种为主的常绿阔叶林替代。

表 5 香山样地黄牛木群落物种多样性分析

Table 5 Species diversity analysis of *Cratogeomys cochinchinense* community in Xiang Mountain

层次 Layers	丰富度指数 Margalef index (<i>M</i>)	均匀度指数 Pielou index (<i>P</i>)	优势度指数 Dominance index (<i>D</i>)	变化度指数 Variation index (<i>H'</i>)
乔木层 Tree layer	3.22	0.31	0.66	0.93
灌木层 Shrub layer	3.48	0.76	0.13	2.32
草本层 Herbaceous layer	2.96	0.72	0.19	2.08
层间植物 Interlayer plant	2.29	0.64	0.37	1.46

表 6 香山样地主要种群空间分布格局分析

Table 6 Analysis of spatial distribution pattern of main populations in Xiang Mountain

树种 Tree species	种群均值 Population mean (<i>X</i>)	扩散系数 Diffusion coefficient (<i>C</i>)	负二项参数 Negative binomial parameter (<i>K</i>)	聚集指数 Aggregation index (<i>C_a</i>)	丛生指数 Clumping index (<i>I</i>)	分布 Distribution
黄牛木 <i>Cratogeomys cochinchinense</i>	25.00	5.685 200	5.335 952	0.187 408	4.685 200	聚集
布渣叶 <i>Strophanthus divaricatus</i>	1.63	8.993 865	0.203 906	4.904 212	7.993 865	聚集
鸭脚木 <i>Schefflera heptaphylla</i>	1.44	2.930 556	0.745 899	1.340 664	1.930 556	聚集
马尾松 <i>Pinus massoniana</i>	1.19	0.747 899	-4.720 330	-0.211 850	-0.252 100	均匀
野漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	0.31	2.161 290	0.266 944	3.746 098	1.161 290	聚集

根据广东省“十二五”规划,肇庆市对林业生态建设高度重视,正加快推进“进入肇庆,走进森林”城市增绿工程建设、全力打造“森林之都·美丽肇庆”。黄牛木作为该地区特有的乡土树种和先锋树种,有光滑的黄褐色树干及密集的粉红色花,因而有极高的观赏价值,是退化裸地生态修复和景观提升的理想树种。在肇庆市建设“森林之都·美丽肇庆”绿化建设中,建议采取以下措施:①开展黄牛木的种苗繁育工作,为肇庆市的增绿工程提供大量的优质苗源;②掌握黄牛木的生长规律和分布状况,了解其适生环境和演替规律,进行适当经营管理,加快天然群落的更新和生长;③充分利用黄牛木适生性强的生长特性,结合群落的演替规律,营造黄牛木+水杨梅+土沉香或黄牛木+浙江润楠+水蒲桃等具有乡土特色的生态风景林,并应用于华南地区困难立地中生态脆弱地区的修复与改造工程中。

参考文献

[1] 易雪梅,张悦,王远遐,等. 长白山水曲柳种群动态[J]. 生态学报,2015,35(1):91-97.

[2] 杨锦超,杜凡,石明,等. 濒危植物狭叶罗伞形态特征及其群落和种群学研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学),2018,38(3):130-136.

[3] 吴联杯,施晓春,邹丽娜,等. 安溪云中山南岭栲径级结构与种间关联性研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学),2018,38(5):116-123.

[4] 李翔,侯璐,李双喜,等. 濒危树种庙合槭种群数量特征及动态分析[J]. 植物科学学报,2018,36(4):524-533.

[5] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第50卷 第2分册[M]. 北京:科学出版社,1999.

[6] 陆文,曾冬琴,李晓斌,等. 海南省药食两用植物鸡屎藤资源调查[J]. 热带林业,2017,45(3):38-41.

[7] 五三二0三部队医院. 黄牛木、鬼针草治疗43例急性黄疸型肝炎初步观察[J]. 人民军医,1975(8):35.

[8] 李晓霞. 黄牛木的化学成分研究[D]. 海口:海南大学,2010.

[9] 陈勇,廖绍波,李伟东,等. 番禺区主要植被类型及其改造途径[J]. 中国农学通报,2006,22(6):137-140.

[10] 许建新,吴永彬,冯志坚,等. 广东增城南香山森林公园植物资源及主要植被类型初步研究[J]. 广东林业科技,2007,23(5):20-26.

[11] 刘东蔚,王海军,陈勇,等. 深圳羊台山黄牛木群落学特征研究[J]. 生态科学,2014,33(2):379-385.

[12] 杜家贤,刘闯,殷崇敏,等. 海南猕猴岭自然保护区海南锥+黄牛木群落特征研究[J]. 植物科学学报,2020,38(5):609-617.

[13] 韦彩丽,孔令华,何晓慧,等. 黄牛木种群扩散动态研究[J]. 华南农业大学学报,2019,40(4):69-76.

[14] 王伯荪,余世孝,李鸣光,等. 植物群落学实验手册[M]. 广州:广东高等教育出版社,1996.

[15] 韦彩丽,谢正生,何晓慧,等. 黄牛木种群的空间结构和三维绿量研究[J]. 西南林业大学学报(自然科学),2020,40(2):71-78.

[16] 韦彩丽,谢正生,邓丽婷,等. 黄牛木种群空间分布格局研究[J]. 浙江林业科技,2021,41(2):1-7.

[17] 苏志尧,吴大荣,陈北光. 粤北天然林优势种群结构与空间格局动态[J]. 应用生态学报,2000,11(3):337-341.

[18] 杨允菲,祝廷成. 植物生态学[M]. 北京:科学出版社,2011.

[19] RAUNKIAER C. The life forms of plants and statistical plant geography[M]. Oxford:Clarendon Press,1934.

[20] 田广红,丁明艳,杨雄邦,等. 珠海市淇澳岛肉实树群落及其物种多样性特征[J]. 植物科学学报,2013,31(5):461-466.

[21] LARCHER W. Physiological plant ecology[M]. Berlin:Springer,1995.

[22] WANG L, WANG D L, BAI Y G, et al. Spatial distributions of multiple plant species affect herbivore foraging selectivity[J]. Oikos, 2010, 119(2):401-408.

(上接第118页)

[4] 赵志荣. 浅谈上方山崖壁植物在北京地区绿化美化中的保护和应用[J]. 绿色中国,2022(1):62-65.

[5] 穆琳,谢磊. 槭叶铁线莲的系统位置初探:来自 ITS 和叶绿体 DNA 序列片段的分析[J]. 北京林业大学学报,2011,33(5):49-55.

[6] 原阳晨,任俊杰,周苗苗,等. 槭叶铁线莲个体形态、生长特性及集群构成状况研究[J]. 西部林业科学,2021,50(1):35-41,49.

[7] 刘长江,林祁,贺建秀. 中国植物种子形态学研究方法和术语[J]. 西北植物学报,2004,24(1):178-188.

[8] 温韦华,刘海洋,施文彬,等. 5 种铁线莲种子萌发特性的研究[J]. 种子,2017,36(10):37-41.

[9] 田宏,刘洋,张鹤山,等. 扁穗雀麦种子萌发吸水特性与萌发温度的研究[J]. 中国草地学报,2009,31(2):53-58.

[10] 吴红,丁银花,沈婷婷,等. 棉团铁线莲种子吸水特性及萌发条件研究[J]. 天津农业科学,2017,23(11):8-10,14.

[11] 温韦华,陈进勇. 5 种乡土地被植物种子萌发特性的研究[J]. 种子,2016,35(6):27-31.

[12] 李世峰,蔡艳飞,李树发,等. 不同因子对钝萼铁线莲种子萌发的影响[J]. 北方园艺,2011(3):86-88.

[13] 霍艳利,曲婷,高凯,等. 不同类型的少花蒺藜草种子萌发对水分和光照的响应[J]. 安徽农业科学,2022,50(4):51-56,63.