

袁丛军,刘娜,谢涛,等. 贵州青钱柳群落结构及物种多样性特征[J]. 江苏农业科学,2022,50(4):131-138.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2022.04.022

贵州青钱柳群落结构及物种多样性特征

袁丛军¹, 刘娜¹, 谢涛¹, 丁访军¹, 吴运辉², 杨瑞³, 余德会⁴, 雷波⁵

(1. 贵州省林业科学研究院, 贵州贵阳 550000; 2. 贵州省黎平县林业局, 贵州黎平 557300; 3. 贵州大学林学院, 贵州贵阳 550000;
4. 贵州省雷公山自然保护区管理局, 贵州雷山 557100; 5. 贵州省黄平县林业局, 贵州黄平 556100)

摘要:为探明贵州省青钱柳群落结构与物种多样性特征,以典型青钱柳群落为研究对象,采取常规植物群落学调查方法,分析贵州省青钱柳群落物种组成、结构、类型及多样性,结果表明:(1)根据各样地优势物种是否相同,划分为 8 种青钱柳群落类型(群落 I 至群落 VIII),其中群落 I 为青钱柳伴生群落,群落 IV 和 VII 为青钱柳纯林,其余 5 种为青钱柳与其他阔叶树种的混交林;(2)8 种群落物种数范围为 12~92 个,属数范围为 11~73 个,科数范围为 11~53 个,表现为群落 V (92 种 73 属 53 科) > II (85 种 72 属 51 科) > VI (65 种 63 属 47 科) > IV (46 种 44 属 32 科) > I (45 种 42 属 34 科) ≥ III (45 种 39 属 30 科) > VIII (28 种 26 属 23 科) > VII (12 种 11 属 11 科);(3)不同群落生长型和生活型组成分别为乔木 18.82%~50.00%、灌木 10.87%~35.56%、草本 20.00%~54.35%、藤本 0~18.46%,高位芽 39.13%~66.67%、地上芽 0~22.35%、地面芽 14.13%~46.15%、地下芽 0~9.23%,其中以乔木、草本和高位芽植物占优势;(4)种子植物组成区系复杂,以北温带、泛热带及东亚为主要类型;(5)不同群落物种多样性差异较大,群落 Margalef 指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielous 指数范围分别为 0.95~6.07、0.99~2.99、0.55~0.95、0.67~0.90,群落 V 的 4 个多样性指数都为最高,群落 VII 的 Margalef 指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数皆为最低, Pielous 指数则以群落 IV 最低。研究结果可以为贵州省青钱柳种质资源保护与利用提供理论依据。

关键词:青钱柳;群落类型;物种多样性;植物区系;贵州

中图分类号:S718.45 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2022)04-0131-07

青钱柳(*Cyclocarya paliurus*)别称摇钱树、麻柳、青钱李、山麻柳、山化树,属胡桃科青钱柳属,为我国独有单种属植物,是冰川世纪存留下来的珍稀树种,被列为贵州省重点保护植物。该植物树形高大通直,枝繁叶茂,材质优良,可作为培育园林绿化、叶药用型定向培育优先树种。据《中国中药志》记载,青钱柳的树皮、树叶具有清热解暑、生津止渴、增强体力和延年益寿的保健功能,长期以来民间用其叶片制茶,在民间被封为“神茶”和“吉祥树”^[1-2]。现代医学研究证明,青钱柳中含有黄酮、三萜、多糖^[3]等多种活性物质,对高血压、糖尿病和

冠心病等具有显著的防治效果,还具有防癌、抗肿瘤、抗氧化等功效,被誉为“植物界的大熊猫”和“医学界的第三棵树”^[4]。除此以外,青钱柳叶中还含有一种青钱柳苷,是一种天然甜味剂^[5],被国家卫计委批准为新食品原料。可见,青钱柳具有饮用、药用和食用等多种价值,是一种极具特色的林业资源,具有良好的开发利用前景^[6]。

青钱柳的分布地广泛,在河南、陕西、安徽、江苏、浙江、江西、湖南、四川、广西、贵州等省份均有分布^[6]。但青钱柳多为零星分布,成片分布区极少^[1],加上人为过度利用及其种子深休眠等生物学特性的限制,青钱柳的种群扩展极为困难^[7],加强对青钱柳天然资源的研究与保护非常急迫。植物群落是特定时空范围内各物种种群的集合^[8],是生态学研究的重要内容,可揭示种群与种群之间的关系、种群与环境之间的关系、种群更新演替的动态等。目前,对青钱柳的研究多集中在活性物质含量与提取^[9-10]、种子资源筛选^[11-12]、药用机制等方面^[13-14],对青钱柳群落的研究报道极少^[15-17]。本研究基于对贵州省典型青钱柳群落的生态调查,分析青钱柳群落物种组成及多样性,以期对青钱柳种

收稿日期:2021-05-09

基金项目:贵州省科技支撑计划(编号:黔科合支撑[2020]4Y117号、黔科合支撑[2016]2573号);贵州省林业科研课题(编号:黔林科合[2016]15号);贵州省科技条件与服务能力建设项目(编号:黔科合企企[2020]4010)。

作者简介:袁丛军(1990—),男,贵州安顺人,助理研究员,主要从事喀斯特生态恢复与治理及乡土特色植物资源分类与功能化利用研究。E-mail:yecongjun2012gzdx@163.com。

通信作者:丁访军,博士,研究员,主要从事喀斯特森林生态学研究。E-mail:ding3920034@163.com。

质资源保育与可持续利用提供参考。

1 研究区域概况

贵州省地处云贵高原,地跨 103°36′~109°35′E, 24°37′~29°13′N,属我国西部高原山地,境内地势西高东低,岩溶地貌发育非常典型,占全省土地总面积的 61.9%,属亚热带湿润季风气候,年均气温 14℃,年降水量 1 100~1 400 mm,土壤以黄壤和红壤为主。贵州省属亚热带高原山区,气候温暖湿润,地势起伏剧烈,地貌类型多样,地表组成物质及土壤类型复杂,因而植物种类丰富,植被类型较多。常绿阔叶林为地带性植被,主要由壳斗科、樟科、木兰科、山茶科等植物构成;针叶林分布面积最广,以杉木林、马尾松林、云南松林、柏木林等为主;由于石漠化的影响,植被普遍退化形成灌丛和灌

草丛^[18-19]。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

前期通过查阅贵州省林木种质资源调查结果及相关文献,明确贵州省青钱柳资源分布地点,对成片分布区域进行样地调查。设置样地大小为 20 m×30 m,分为 6 个 10 m×10 m 样方格,对其中的乔木进行每木尺检,记录种类、胸径、树高;在每个样方格中设置 2 m×5 m 小样方,调查其中灌木种类、株数、地径与树高,设置 1 m×1 m 小样方,调查其中草本种类、盖度与高度,同时记录样地基本生境信息。共建立 8 个青钱柳群落样地,样地基本信息见表 1。

表 1 贵州省青钱柳群落样地基本信息

样地编号	地理位置	东经	北纬	海拔(m)	起源	更新方式
S1	务川县新场村	107°49′04″	28°24′59″	810	自然	天然
S2	丹寨县党早村	107°56′59″	26°11′23″	960	自然	天然
S3	黎平县太平山	109°18′37″	26°13′38″	981	自然	天然
S4	石阡县佛顶山自然保护区	108°03′17″	27°19′58″	1 156	自然	天然
S5	雷山县雷公山自然保护区	108°17′5″	26°17′29″	1 000	自然	天然
S6	雷山县雷公山自然保护区	108°18′58″	26°29′28″	980	自然	天然
S7	龙里县龙架山公园	106°56′50″	26°27′53″	1 098	人工	天然
S8	贵阳市南明区林科园树木园	106°44′7″	26°30′3″	1 132	人工	天然

2.2 数据处理

2.2.1 重要值 采用重要值反映物种在群落中的优势程度。分别计算乔木、灌木、草本在群落中的重要值,计算公式^[8]如下:

乔木和灌木重要值=(相对频度+相对高度+相对显著度)/3;

草本重要值=(相对高度+相对盖度)/2;

相对频度=某物种出现在样方中的频度/样地中所有物种的频度之和×100%;

相对高度=某物种高度/样地中所有物种的高度之和×100%;

相对显著度=某物种的胸(地)高断面积/样地中全部物种的胸(地)高断面积之和×100%;

相对盖度=某草本物种的盖度/样地中全部草本盖度之和×100%。

2.2.2 群落分类 植被分类是群落生态学研究中最复杂的问题之一,具有多种分类途径,其中以生态-外貌分类、优势度分类、区系特征分类、数量分

类的应用最为广泛^[20]。本研究采用优势度法对群落进行分类,即根据物种的重要值确定优势种,再根据优势种是否相同进行分类,根据《中国植被》群丛命名原则进行命名^[21]。

2.2.3 种子植物属区系组成 参照吴征镒对我国种子植物属的分布区类型^[22]进行划分。

2.2.4 物种多样性 物种多样性的研究能够反映植物群落在组成、结构、功能和动态方面的差异。选择 Margalef 指数、Shannon-Wiener 指数、Simpson 指数、Pielou 指数能综合反映出群落多样性的结构信息,4 个多样性指数计算公式^[23-24]如下:

Marglef 指数: $R = \frac{(S-1)}{\ln N}$;

Shannon-Wiener 指数: $H' = -\sum P_i \ln P_i$;

Simpson 指数: $D = 1 - \sum P_i^2$;

Pielou 指数: $J = \frac{n_i}{N}$ 。

其中,S 为该群落层次中的物种数; P_i 为第 i 种物种

的个体数(或重要值)占有所有物种个体数(或重要值)之和的比例; N 为 S 个物种的所有植物个体数之和; n_i 为该群落层次第 i 种植物的个体数。

群落整体多样性指数: $D_C = D_1W_1 + D_2W_2 + D_3W_3$,其中 D_1 、 D_2 、 D_3 分别为乔木层、灌木层、草本层多样性指数, W_1 、 W_2 、 W_3 分别为乔木层、灌木层、草本层给定权重系数,为了避免数据的掩盖,乔木层、灌木层、草本层取不同的权重,分别为0.5、0.3、0.2^[25-26]。

3 结果与分析

3.1 不同样地物种重要值及群落类型划分

根据调查数据,整理并计算出各样地不同层次的物种重要值,8个样地中各层次重要值排名前三的物种见表2。乔木中,杉木(*Cunninghamia lanceolata*)、香叶树(*Lindera communis*)、白栎(*Quercus fabri*)、枫香树(*Liquidambar formosana*)、化

香树(*Platycarya strobilacea*)为贵州地区常见乔木树种;灌木中,有常见的大果山香圆(*Turpinia pomifera*)、杜鹃(*Rhododendron simsii*)、山茶(*Camellia japonica*)、小果蔷薇(*Rosa cymosa*)、悬钩子蔷薇(*Rosa rubus*)等物种,也有不常见的润楠(*Machilus pingii*)、黑壳楠(*Lindera megaphylla*)等物种;草本植物中,蕨类植物较多,包括华南鳞盖蕨(*Microlepia hancei*)、斜方复叶耳蕨(*Arachniodes rhomboidea*)、蕨(*Pteridium aquilinum*)、翠云草(*Selaginella uncinata*)及凤尾蕨(*Pteris cretica*),其中禾本科杂草有2种,为求米草(*Oplismenus undulatifolius*)及荩草(*Arthraxon hispidus*),百合科植物鸢尾(*Iris tectorum*)在多个样地中也排名前三。

根据各层次优势植物不同,将8个样地群落按乔木层优势种+乔木层次优势种-灌木层优势种-草本层优势种进行命名,各群落类型主要特征见表3。由表3可知,8个样地为8种群落类型,其中群落I

表2 不同青钱柳样地物种重要值

样地 编号	乔木层		灌木层		草本层	
	物种名	重要值 (%)	物种名	重要值 (%)	物种名	重要值 (%)
S1	杉木(<i>Cunninghamia lanceolata</i>)	43.93	大果山香圆(<i>Turpinia pomifera</i>)	10.18	赤车(<i>Pellionia radicans</i>)	33.24
	青钱柳(<i>Cyclocarya paliurus</i>)	27.56	香叶树(<i>L. communis</i>)	8.29	鸢尾(<i>Iris tectorum</i>)	20.76
	栲(<i>Castanopsis fargesii</i>)	11.33	紫麻(<i>Oreocnide frutescens</i>)	7.60	翠云草(<i>Selaginella uncinata</i>)	18.40
S2	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	28.97	穗序鹅掌柴(<i>Schefflera delavayi</i>)	14.82	荩草(<i>Arthraxon hispidus</i>)	12.27
	香叶树(<i>Lindera communis</i>)	12.61	空心泡(<i>Rubus rosaefolius</i>)	8.18	五节芒(<i>Miscanthus floridulus</i>)	6.79
	马尾松(<i>Pinus massoniana</i>)	12.59	紫麻(<i>O. frutescens</i>)	7.85	紫萁(<i>Osmunda japonica</i>)	6.27
S3	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	28.82	穗序鹅掌柴(<i>S. delavayi</i>)	18.15	细毛碗蕨(<i>Dennstaedtia pilosella</i>)	20.36
	桢楠(<i>Phoebe zhennan</i>)	10.19	黑壳楠(<i>L. megaphylla</i>)	16.18	马蹄金(<i>Dichondra repens</i>)	12.48
	黄丹木姜子(<i>Litsea elongata</i>)	9.97	润楠(<i>Machilus pingii</i>)	14.55	鸢尾(<i>I. tectorum</i>)	11.06
S4	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	64.97	油茶(<i>Camellia oleifera</i>)	16.78	三角形冷水花(<i>Pilea swinglei</i> Merr.)	18.00
	枇杷(<i>Eriobotrya japonica</i>)	10.84	悬钩子蔷薇(<i>Rosa rubus</i>)	16.65	鄂赤脰(<i>Thladiantha oliveri</i>)	15.46
	多脉青冈(<i>Cyclobalanopsis multinervis</i>)	7.75	藤黄檀(<i>Dalbergia hancei</i>)	15.32	鸢尾(<i>I. tectorum</i>)	8.35
S5	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	17.66	穗序鹅掌柴(<i>S. delavayi</i>)	7.69	十字薹草(<i>Carex cruciata</i>)	12.13
	山樱花(<i>Cerasus serrulata</i>)	12.60	湖北杜茎山(<i>Maesa hupehensis</i>)	6.93	斜方复叶耳蕨(<i>Arachniodes rhomboidea</i>)	9.12
	杉木(<i>C. lanceolata</i>)	12.15	棠叶悬钩子(<i>R. malifolius</i>)	6.66	五节芒(<i>M. floridulus</i>)	6.99
S6	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	24.05	扶芳藤(<i>Euonymus fortunei</i>)	15.19	血水草(<i>Eomecon chionantha</i>)	29.69
	光枝楠(<i>Phoebe neuranthoides</i>)	18.50	紫麻(<i>O. frutescens</i>)	11.10	鸢尾(<i>I. tectorum</i>)	6.38
	野茉莉(<i>Styrax japonicus</i>)	14.70	常春藤(<i>Hedera nepalensis</i>)	9.55	山姜(<i>Alpinia japonica</i>)	5.13
S7	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	59.76	杜鹃(<i>Rhododendron simsii</i>)	67.95	华南鳞盖蕨(<i>Microlepia hancei</i>)	38.64
	马尾松(<i>P. massoniana</i>)	14.24	山茶(<i>Camellia japonica</i>)	32.05	凤尾蕨(<i>Pteris cretica</i>)	21.97
	光皮楸木(<i>Swida wilsoniana</i>)	8.95			柯孟拔碱草(<i>Elymus kamoji</i>)	20.71
S8	华榛(<i>Corylus chinensis</i>)	24.50	黑壳楠(<i>L. megaphylla</i>)	18.01	蕨(<i>Pteridium aquilinum</i>)	28.03
	青钱柳(<i>C. paliurus</i>)	23.60	红豆杉(<i>Taxus chinensis</i>)	14.30	马蹄金(<i>D. repens</i>)	24.80
	桢楠(<i>P. zhennan</i>)	12.22	小果蔷薇(<i>R. cymosa</i>)	8.63	求米草(<i>O. undulatifolius</i>)	24.17

表 3 不同青钱柳群落类型主要特征

样地编号	群落编号	群落名称	群落外貌	平均高度 (m)	平均胸径 (cm)
S1	I	杉木 + 青钱柳 - 大果山香圆 - 赤车群落	针阔混交林	11.3	11.9
S2	II	青钱柳 + 香叶树 - 穗序鹅掌柴 - 荇草群落	常绿落叶阔叶混交林	11.0	15.8
S3	III	青钱柳 + 桢楠 - 穗序鹅掌柴 - 细毛碗蕨群落	常绿落叶阔叶混交林	10.3	15.6
S4	IV	青钱柳 + 枇杷 - 油茶 - 三角形冷水花群落	落叶阔叶林林	12.7	13.4
S5	V	青钱柳 + 山樱花 - 穗序鹅掌柴 - 十字臺草群落	落叶阔叶林	11.1	13.6
S6	VI	青钱柳 + 光枝楠 - 扶芳藤 - 血水草群落	常绿落叶阔叶混交林	8.4	12.3
S7	VII	青钱柳 + 马尾松 - 杜鹃 - 华南鳞盖蕨群落	针阔混交林	10.6	14.7
S8	VIII	华榛 + 青钱柳 - 黑壳楠 - 蕨群落	落叶阔叶林	15.2	20.7

为青钱柳的伴生群落,群落Ⅳ和群落Ⅶ青钱柳重要值在 60% 以上,次优势种枇杷、马尾松仅胸径大,但频度和数量低于 2,因此基本可视为青钱柳纯林,剩余 5 种类型均为青钱柳与其他阔叶树种混交林。

3.2 不同青钱柳群落物种、科属及生长型生活型组成

不同青钱柳群落类型物种组成及科属组成见表 4。8 种群落物种数范围为 12 ~ 92 个,属数目范围为 11 ~ 73 个,科数范围为 11 ~ 53 个,表现为 V (92 种 73 属 53 科) > II (85 种 72 属 51 科) > VI (65 种 63 属 47 科) > IV (46 种 44 属 32 科) > I (45 种 42 属 34 科) ≥ III (45 种 39 属 30 科) > VIII (28 种 26 属 23 科) > VII (12 种 11 属 11 科),最低为Ⅶ号青钱柳 + 马尾松 - 杜鹃 - 华南鳞盖蕨群落,最多为Ⅴ号青钱柳 + 山樱花 - 穗序鹅掌柴 - 十字臺草群落,群落Ⅰ、Ⅵ、Ⅷ以樟科(Lauraceae)包含物种数量最多,Ⅱ、Ⅴ以蔷薇科(Rosaceae)悬钩子属(*Rubus*)植物最多,Ⅲ、Ⅳ则是以荨麻科(Urticaceae)植物最多,Ⅶ群落类型本身物种数据较少,多为 1 种 1 科,仅山茱萸科(Cornaceae)包含 2 个物种;各群落均以双子叶植物占绝对优势,除Ⅳ、Ⅵ这 2 种群落类型无裸子植物,其余 6 种群落中包含 4 种植物类型。

统计各群落类型物种生活型和生长型组成特征(图 1)可知,乔木在各类型中占比范围为 18.82% ~ 50.00%,灌木为 10.87% ~ 35.56%,草本为 20.00% ~ 54.35%,藤本为 0 ~ 18.46%。整体来看,乔木和草本占比较大,灌木占比中等,而藤本占比较小。8 种群落相比,乔木占较大优势的群落为Ⅴ、Ⅶ、Ⅷ,分别占 31.52%、41.67%、50.00%;群落Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅵ则以草本占较大优势,占比分别为 41.18%、40.00%、54.35%、38.46%;群落Ⅰ以灌木略占优势,占比为 35.56%;除群落Ⅶ外,各群落类

表 4 不同青钱柳群落类型物种及科属组成

群落 编号	植物类型及科属						
	双子叶 植物(种)	单子叶 植物(种)	蕨类植 物(种)	裸子植 物(种)	科数 (个)	属数 (个)	物种数 (个)
I	36	4	3	2	34	42	45
II	59	13	11	2	51	72	85
III	33	7	4	1	30	39	45
IV	37	3	6	0	32	44	46
V	70	15	5	2	53	73	92
VI	49	8	8	0	47	63	65
VII	8	1	2	1	11	11	12
VIII	24	2	1	1	23	26	28

型均有一定比例的藤本植物;群落Ⅴ、Ⅵ的藤本植物尤其丰富,占比分别为 16.30%、18.46%。

以生活型来看,高位芽在各类型中占比为 39.13% ~ 66.67%,地上芽为 0 ~ 22.35%,地面芽为 14.13% ~ 46.15%,地下芽为 0 ~ 9.23%。整体来看,以高位芽占优势地位,其次是地面芽,地上芽和地下芽占比较小。不同群落相比,群落Ⅰ和Ⅴ生活型组成较为相似,高位芽、地上芽、地面芽、地下芽的比例约为 6.5 : 1.5 : 1.5 : 0.5,群落Ⅲ和Ⅵ各生活型的比例则约为 5 : 1 : 3 : 1;群落Ⅱ和Ⅳ中,高位芽、地面芽比例接近,前者占比分别为 37.65%、32.94%,后者占比为 39.13%、45.65%;群落Ⅶ无地上芽,高位芽、地面芽、地下芽占比约为 7 : 3 : 1,群落Ⅷ无地下芽,高位芽、地上芽、地面芽占比约为 6.5 : 1.5 : 2.0。

可见,各群落类型生长型和生活型的组成具有一定差异,整体以乔木、草本和高位芽占优势。

3.3 不同青钱柳群落种子植物属区系组成

从种子植物属的分布型(表 5)来看,8 种群落类型中共有 17 种分布区类型,各个群落占优势的分布区类型不尽相同。群落Ⅰ共包括 13 种分布区类

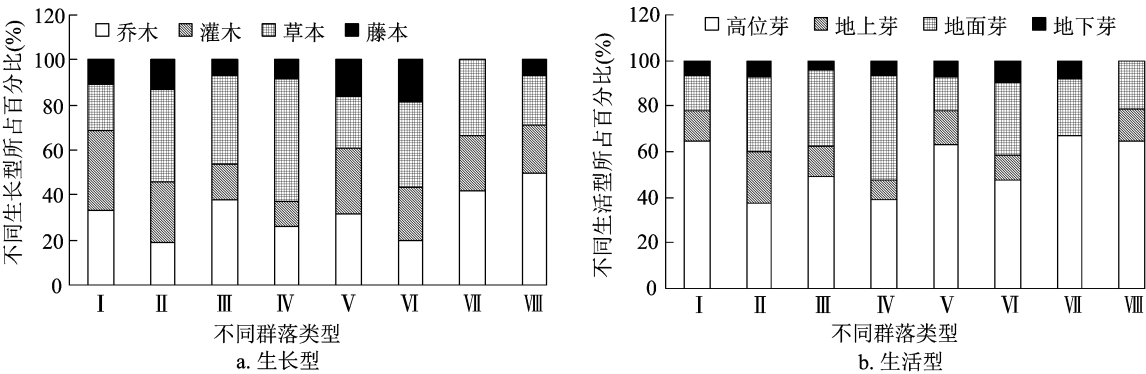


图1 不同青钱柳群落生长型及生活型组成特征

表 5 不同青钱柳群落种子植物属区系组成特征

编号	分布区系类型	属数[占比(%)]							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	北温带	8(21.62)	7(11.86)	7(20.59)	9(23.08)		8(14.81)	4(50.00)	7(29.17)
2	泛热带	7(18.92)	12(20.34)	7(20.59)	6(15.38)	12(25.00)	4(7.41)		3(16.67)
3	东亚	1(2.70)	10(16.50)	3(8.82)	4(10.26)	10(20.83)	9(16.67)		1(4.17)
4	东亚(热带、亚热带)及热带南美间断	3(8.11)	3(5.08)	1(2.94)	1(2.56)	4(8.33)	4(7.41)		1(4.17)
5	东亚及北美间断	4(10.81)	3(5.08)	5(14.71)	4(10.26)	4(8.33)	6(11.11)		4(16.67)
6	旧世界热带	4(10.81)	8(13.56)	1(2.94)	3(7.69)	4(8.33)	5(9.26)	1(12.50)	
7	热带东南亚至印度—马来西亚, 太平洋诸岛(热带亚洲)	3(8.11)	5(8.47)	3(8.82)	5(12.82)	6(12.50)	9(16.67)	2(25.00)	1(4.17)
8	热带亚洲至热带大洋洲		3(5.08)	1(2.94)		4(8.33)	1(1.85)		
9	北温带和南温带间断分布	1(2.70)	1(1.69)	2(5.88)	1(2.56)		2(3.70)		1(4.17)
10	中国特有	2(5.41)	1(1.69)	1(2.94)	2(5.13)	1(2.08)	2(3.70)	1(12.50)	1(4.17)
11	地中海区、西亚至中亚	1(2.70)	1(1.69)	1(2.94)			1(1.85)		
12	欧亚和南美洲温带间断	1(2.70)	1(1.69)	1(2.94)	1(2.56)		1(1.85)		1(4.17)
13	世界广布	1(2.70)	2(3.39)	1(2.94)		1(2.08)	1(1.85)		1(4.17)
14	中国—日本	1(2.70)				1(2.08)			1(4.17)
15	旧世界温带		1(1.69)		2(5.13)		1(1.85)		1(4.17)
16	热带亚洲至热带非洲		1(1.69)		1(2.56)	1(2.08)			
17	温带亚洲								1(4.17)
合计		37(100.00)	59(100.00)	34(100.00)	39(100.00)	48(100.00)	54(100.00)	8(100.00)	24(100.00)

型,以北温带、泛热带类型为主,所占比例分别为 21.62%、18.92%。群落Ⅱ共有 15 种分布区类型,泛热带类型所占比例最大,为 20.34%;其次是东亚类型,占比为 16.50%;北温带和旧世界热带也占有一定比例。群落Ⅲ包含 13 种区系类型,其中北温带、泛热带占比一样且为最大,所占比例为 20.59%。群落Ⅳ中有 12 种分布区类型,以北温带类型为主,所占比例为 23.08%。群落Ⅴ共有 11 种区系类型,且是唯一一个没有北温带分布区系的群落,其中以泛热带所占比例最大,占比为 25.00%。群落Ⅵ共有 14 种区系类型,其中,东亚和热带东南亚至印度—马来西亚,太平洋诸岛(热带亚洲)所占比例相同且为最大,占比为 16.67%。群落Ⅶ所含

属数最少,涉及的区系类型也仅有 4 种,其中北温带占 50.00%。群落Ⅷ含 13 种区系类型,其中北温带占比最大,为 29.17%。

综合分析可知,群落Ⅰ、Ⅳ、Ⅶ、Ⅷ以北温带类型为主,群落Ⅱ、Ⅴ以泛热带类型为主,群落Ⅲ以北温带和泛热带所占比例一样且为最大,Ⅵ则是以东亚和热带东南亚至印度—马来西亚,太平洋诸岛(热带亚洲)2 种类型所占比例一样且最大。贵州青钱柳群落种子植物属区系以北温带和泛热带为主。

3.4 不同青钱柳群落物种多样性

8 个不同群落 4 个层次 4 种多样性指数如图 2 所示。Margalef 指数反映出群落内物种丰富程度,不同群落不同层次 Margalef 指数差异较大,乔木层、

灌木层、草本层 Margalef 指数范围分别为 1.37 ~ 5.62、0.43 ~ 7.21、0.67 ~ 5.71, 群落 I、II、V、VIII 灌木层物种丰富度最高, 群落 III、IV、VI 草本层物种丰富度最高, 而群落 VII 则是乔木层物种丰富度最高。从群落整体来看, 8 个群落整体 Margalef 物种丰富度指数表现为 V (6.07) > II (4.75) > VI (3.85) > III (3.37) > I (2.75) > VIII (2.45) > IV (2.40) > VII (0.95)。

Shannon - Wiener 指数及 Simpson 指数则为测度群落多样性的综合性指标。8 种群落类型乔木层 Shannon - Wiener 指数范围为 1.12 ~ 2.90, 灌木层为 0.67 ~ 3.28, 草本层为 1.16 ~ 2.80, 群落 I、II、V、VIII 灌木层 Shannon - Wiener 指数最高, 群落 III、IV、VI、VII 则是草本层最高, 群落 V 的 3 个层次 Shannon - Wiener 指数都较高, 而群落 VII 的 3 个层次 Shannon - Wiener 指数都较低。群落整体 Shannon - Wiener 指数表现为 V (2.99) > II (2.58) > III (2.34) > VI (2.16) > VIII (2.01) > I (2.00) > IV (1.63) > VII (0.99)。从 Simpson 指数来看, 8 种群落乔木层、灌木层和草本层范围分别为 0.52 ~ 0.96、0.53 ~ 0.95、0.65 ~ 0.93, 群落 V 各层次 Simpson 指数较接近, 其余 5 种类型群落则具有一定差异。群落整体 Simpson 指数表现为 V (0.95) > II (0.88) > III (0.87) > VIII (0.83) > VI (0.81) > I

(0.80) > IV (0.67) > VII (0.55)。

Pielous 指数反映群落内物种分布的均匀程度。8 种群落类型乔木层、灌木层、草本层均匀度指数范围分别为 0.58 ~ 0.94、0.62 ~ 0.97、0.69 ~ 0.86, 可见灌木层整体均匀度较高。群落 VIII 各层次均匀度很接近, 而其余群落不同层次间则具有一定的差异。群落整体均匀度指数表现为 V (0.90) > VIII (0.84) > II (0.83) = III (0.83) > I (0.81) > VII (0.77) > VI (0.73) > IV (0.67)。

不同群落类型间物种多样性指数差异较大, 群落 V 的 4 个多样性指数皆为最高, 群落 VII 的 Margalef 指数、Shannon - Wiener 指数、Simpson 指数皆为最低, Pielous 指数则以群落 IV 最低。

4 讨论与结论

本研究实地调查贵州省 8 个青钱柳样地, 通过优势种是否相同进行群落分类, 结果表明 8 个样地为 8 种群落类型, 其中有 1 个青钱柳伴生群落, 2 个青钱柳纯林, 5 个青钱柳与其他阔叶树种的混交林。各群落的物种数为 12 ~ 92 个, 属数为 11 ~ 73 个, 科数为 11 ~ 53 个。群落中除青钱柳外, 杉木、枫香树、白栎、华榛、香叶树、马尾松等物种为贵州青钱柳群落中优势种; 灌木层和草本层中则常出现穗序鹅掌柴和鸢尾, 这些物种可能与青钱柳具有某种种间关

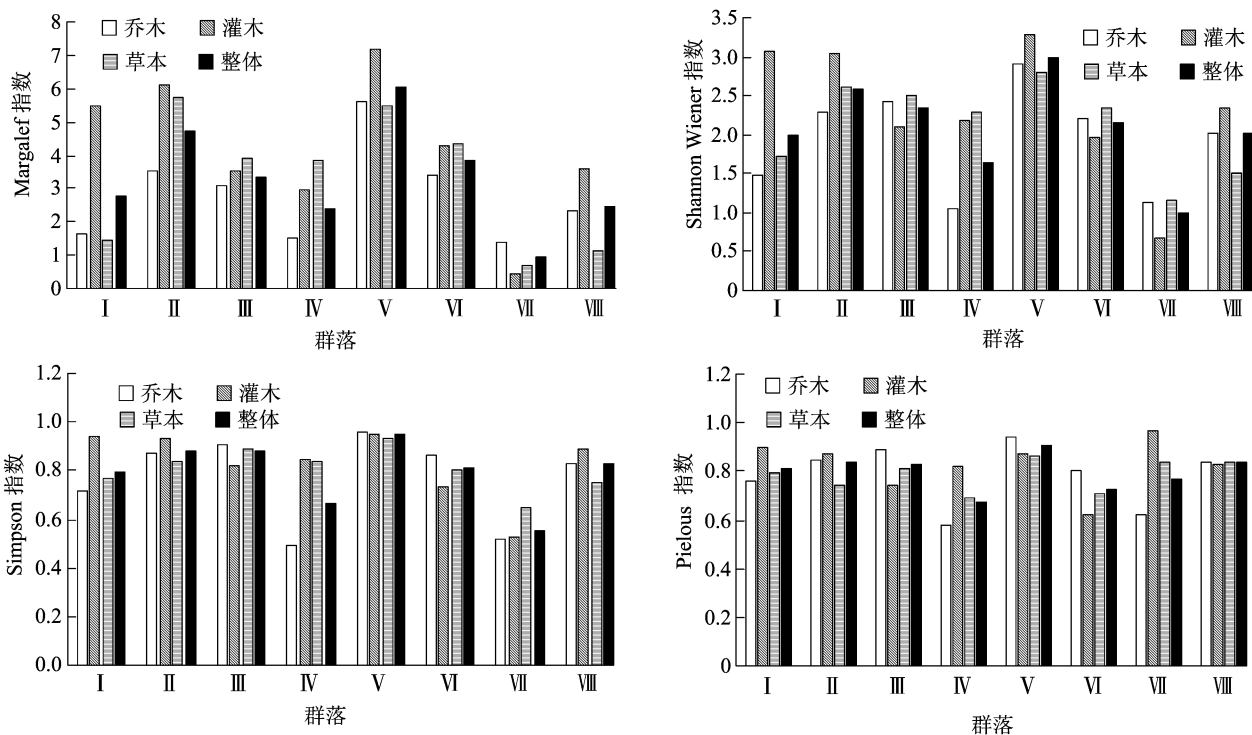


图2 不同青钱柳群落物种多样性指数

系,其关联有待进一步研究;蔷薇科、樟科和荨麻科包含物种数较多,为青钱柳群落中优势科,悬钩属为优势属,其中包含各类泡、莓、悬钩子等植物,如黄泡 (*Rubus pectinellus*)、空心泡、大乌泡 (*Rubus multibracteatus*)、黄脉莓 (*Rubus xanthoneurus*)、山莓 (*Rubus corchorifolius*)、棠叶悬钩子、周毛悬钩子 (*Rubus amphidasys*)、三花悬钩子 (*Rubus trianthus*) 等。8 个群落种子植物属的区系成分共涉及到 17 种类型,区系组成较为复杂,但总体上贵州青钱柳群落属区系以北温带、泛热带和东亚类型占优势,表现出温带向热带过渡的性质,与贵州亚热带季风气候相符合,同周永晟等对亚热带 3 个地点青钱柳属区系的研究结果^[16]相同。

群落 I 是杉木与青钱柳混交林,为青钱柳的伴生群落,且为风水林,因此植被保存较好,其乔木层和草本层物种丰富度相对较低,灌木层物种丰富度高。群落 II、III、V 中乔木层、灌木层占优势的物种均相同,分别为青钱柳和穗序鹅掌柴,且 3 个群落的物种多样性都相对较高。尤其是群落 V,为雷公山自然保护区原生植被,优越的气候条件加上人为保护使群落物种多样性极高,这也表明该类型群落可能是贵州青钱柳的常见群落。群落 IV 位于佛顶山自然保护区,为自然起源青钱柳与枇杷的混交林,青钱柳重要值达 64.97%,基本可视为青钱柳的纯林,因此乔木层的多样性较低。群落 VII 位于龙里县龙架山森林公园内,为人工起源青钱柳与马尾松的混交林,青钱柳重要值达 59.76%,马尾松仅是胸径大但密度和频度低,因此基本可视为青钱柳纯林。由于人为干扰较大,整个群落的多样性都较低。可见,青钱柳可通过自然或人工途径形成纯林。群落中 VI 青钱柳 + 光枝楠 - 扶芳藤 - 血水草群落也位于雷公山自然保护区,但与群落 V 为完全不同的群落类型,该群落层间植物丰富,如三叶木通 (*Akebia trifoliata*)、三叶地锦 (*Parthenocissus semicordata*)、三裂蛇葡萄 (*Ampelopsis delavayana*) 等藤本植物占比为 18.46%,群落透光率低,形成较为阴湿的林下环境。群落 VIII 为华桑 + 青钱柳 - 黑壳楠 - 蕨群落,华桑和青钱柳重要值相当,为人为栽种自然更新的群落,位于贵州省林业科学研究院树木园内,受附近居民人为干扰较大,草本层物种丰富度低。生境的差异是引起群落物种多样性不同的主要原因之一^[27],且当环境差异较大时,群落演替的方向发生改变,继而结构和功能也不同^[28-29]。

乔木层的物种多样性与区域气候关联性强。贵州省为湿润季风气候,水热充足,植被多样性整体较高^[30],而灌木层和草本层的物种多样性则多由林下小生境和人为干扰程度决定。

参考文献:

- [1] 谢明勇,谢建华. 青钱柳研究进展[J]. 食品与生物技术学报, 2008,27(1):113-121.
- [2] 何春年,彭勇,肖伟,等. 青钱柳神茶的应用历史与研究现状[J]. 中国现代中药,2012,14(5):62-68.
- [3] 田力,徐骋炜,尚旭岚,等. 青钱柳药用优良单株评价与选择[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2021,45(1):21-28.
- [4] 郑观涛,殷志琦. 药用植物青钱柳的开发研究进展[J]. 世界最新医学信息文摘,2019,19(43):123-124.
- [5] 杨大坚,钟炽昌,谢昭明. 甜茶树甜味成分研究[J]. 药学报, 1992,27(11):841-844.
- [6] 方升佐,洪香香. 青钱柳资源培育与开发利用的研究进展[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2007,31(1):95-100.
- [7] 余诚祺,杨万霞,方升佐,等. 青钱柳天然群体种子性状表型多样性[J]. 应用生态学报,2009,20(10):2351-2356.
- [8] 李博. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [9] 林源,陈培,周明明,等. 天然居群青钱柳叶主要生物活性物质及抗氧化活性研究[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2020,44(2):10-16.
- [10] Shang X C, Tan J N, Du Y M, et al. Environmentally - friendly extraction of flavonoids from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja leaves with deep eutectic solvents and evaluation of their antioxidant activities[J]. Molecules,2018,23(9):2110.
- [11] 龚斌,龚春,黄建建,等. 青钱柳地理种源生长差异及速生优良种源初步筛选[J]. 南方林业科学,2018,46(2):4-8.
- [12] 邓波,韩业鑫,李媛媛,等. 青钱柳种源间生长及黄酮积累的变异分析[J]. 安徽农业大学学报,2017,44(6):1024-1031.
- [13] Zhou M M, Chen P, Lin Y, et al. A comprehensive assessment of bioactive metabolites, antioxidant and antiproliferative activities of *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja leaves[J]. Forests,2019, 10(8):625.
- [14] Lin C X, Lin Y Z, Meng T M, et al. Anti - fat effect and mechanism of polysaccharide - enriched extract from *Cyclocarya paliurus* (Batal.) Iljinskaja in *Caenorhabditis elegans* [J]. Food & Function,2020,11(6):5320-5332.
- [15] 郭相亿,李裕红,林慧萍. 牛姆林区青钱柳群落的主要种群间关联特征[J]. 福建林学院学报,2001,21(2):181-185.
- [16] 周永晟,徐子恒,袁发银,等. 亚热带 3 个地点青钱柳群落特征比较[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2021,45(1):29-35.
- [17] 蒋家雄. 青钱柳天然林物种多样性及空间分布格局研究[J]. 福建林业科技,2010,37(3):1-3,20.
- [18] 左家楠,杨作梁. 贵州省森林植物区系的初步研究[J]. 贵州林业科技,1990,18(1):34-43.
- [19] 王孜昌,王宏艳. 贵州省气候特点与植被分布规律简介[J]. 贵

苗德霞,陈嘉豪,闫 密,等. 台湾泥鳅幼鱼耐盐特性研究[J]. 江苏农业科学,2022,50(4):138–142.
doi:10.15889/j.issn.1002–1302.2022.04.023

台湾泥鳅幼鱼耐盐特性研究

苗德霞¹, 陈嘉豪¹, 闫 密¹, 王建华², 李 雪¹, 隆小华³, 朱 明¹

(1. 江苏海洋大学海洋科学与水产学院, 江苏连云港 222005; 2. 江苏省连云港市农业农村和社会事业局, 江苏连云港 222142;
3. 南京农业大学资源与环境科学学院, 江苏南京 210095)

摘要:研究了盐度对台湾泥鳅幼鱼的耐受性、生存存活及呼吸代谢的影响。试验采用生态急性毒理学方法, 确定试验鱼在 24、48、72、96 h 的半致死浓度(LC₅₀)值分别为 17.156‰、16.087‰、15.541‰和 15.109‰。并以此为依据将生长和呼吸代谢实验的盐度梯度设置为 0、3‰、6‰、9‰和 12‰, 研究幼鱼在不同盐度水体中养殖 60 d 生长情况、6 h 耗氧率及 72 h 排氨率变化情况。结果表明, 随着盐度的升高, 台湾泥鳅幼鱼的特定生长率、耗氧率和排氨率的变化规律具有相似性, 其中, 幼鱼特定生长率从高到低的盐度组依次为: 3‰ > 0 > 6‰ > 9‰ > 12‰; 耗氧率峰值在试验开始时出现在盐度 3‰组, 24 h 时出现在盐度 6‰组; 而排氨率峰值以盐度 3‰组为最高。综上提示, 台湾泥鳅具有一定的盐度耐受性, 盐度 6‰以内适宜其生长, 而盐度 3‰显著促进其生长和代谢。因此, 在泥鳅苗种培育阶段适当提高养殖水体盐度, 能够有效提高幼鱼的成活率和增长率, 从而提高台湾泥鳅的养殖产量和经济效益。

关键词:台湾泥鳅; 盐度; 耐受性; 特定生长率; 耗氧率; 排氨率

中图分类号:S966.4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002–1302(2022)04–0138–05

台湾泥鳅属鲤形目、鳅科、副泥鳅属^[1], 多分布于长江中下游、台湾西北部的浅滩河流中^[2–3]。因其口感好、风味佳、生长速度快、对环境适应能力强

且兼具药食两用价值, 而受到广大养殖户和消费者的青睐。目前, 对台湾泥鳅的研究主要集中在养殖与育苗^[4–5]、人工繁殖和早期发育^[6]、营养成分^[7–9]、系统地理^[10]、形态与基因遗传^[2]以及生长差异性^[1]等方面。

研究表明, 在适宜的盐度范围内, 淡水鱼类能够获得较好的生长性能, 且生长率较高^[11]。但当盐度超过该范围时, 就会对鱼类的生理机能产生一定的负面影响。目前, 有关鱼类对盐度耐受性研究主要有草鱼、松浦镜鲤、黑龙江野鲫、鲢鱼、大鳞鲂^[12]、彭泽鲫^[13]等。而关于台湾泥鳅对盐度耐受能力及生长和呼吸代谢等方面的影响尚未见报道。本研

收稿日期: 2021–06–07

基金项目: 江苏省重点研发计划(现代农业)项目(编号: BE2018387); 桂林市科学研究与技术开发计划(重大专项)(编号: 20190102)。

作者简介: 苗德霞(1980—), 女, 江苏连云港人, 硕士研究生, 主要从事水产动物养殖研究。E-mail: 64907668@qq.com。

通信作者: 朱 明, 博士, 教授, 主要从事水产生态学研究, E-mail: zhuming2382@163.com; 隆小华, 博士, 副教授, 主要从事盐碱地改造与开发利用研究, E-mail: longxiaohua@njau.edu.cn。

州林业科技, 2002, 30(4): 46–50.

[20] 宋永昌. 对中国植被分类系统的认知和建议[J]. 植物生态学报, 2011, 35(8): 882–892.

[21] 邢韶华, 于梦凡, 杨立娟, 等. 关于植物群丛划分的探讨[J]. 生态学报, 2013, 33(1): 310–315.

[22] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型[J]. 云南植物研究, 1991, 13(增刊4): 1–139.

[23] 孔凡洲, 于仁成, 徐子钧, 等. 应用 Excel 软件计算生物多样性指数[J]. 海洋科学, 2012, 36(4): 57–62.

[24] 袁从军, 安明志, 严令斌, 等. 两种干扰强度下岩石生红豆天然群落特征及物种多样性分析[J]. 南方农业学报, 2013, 44(2): 280–284.

[25] 马克平, 黄建辉, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性

的研究 II 丰富度、均匀度和物种多样性指数[J]. 生态学报, 1995, 15(3): 268–277.

[26] 马克平, 刘灿然, 于顺利, 等. 北京东灵山地区植物群落多样性的研究 III. 几种类型森林群落的种–多度关系研究[J]. 生态学报, 1997, 17(6): 584–592.

[27] 袁王俊, 卢训令, 张维瑞, 等. 不同植被类型植物物种多样性[J]. 生态学报, 2015, 35(14): 4651–4657.

[28] 刘 平, 秦 晶, 刘建昌, 等. 桉树人工林物种多样性变化特征[J]. 生态学报, 2011, 31(8): 2227–2235.

[29] 汪殿璧, 濮淑仪, 陈飞鹏. 植物群落物种多样性研究综述[J]. 生态学杂志, 2001, 20(4): 55–60.

[30] 安明志. 喀斯特森林土壤水分和养分格局及其植物物种多样性维持机制研究[D]. 贵阳: 贵州大学, 2019.