

DOI:10.13718/j.cnki.xsxb.2022.08.011

园林绿化竹种生态适应性评价^①

靳高中¹, 杨水平², 王煜¹, 陈军¹

1. 贵州省林业调查规划院, 贵阳 550003; 2. 西南大学 园艺园林学院, 重庆 400715

摘要: 通过对 140 个园林绿化竹种的病虫害状况、断梢率、平均竹生长指标和优势竹生长指标的调查统计, 采用集对分析方法对各指标作综合评价, 结果表明: 白眼竹、橙绿鞘苦竹、川竹、吊丝球竹、吊丝竹、箭竿竹、烂目竹、美丽箬竹、孟竹、绵竹、坭竹、清甜竹、爬竹、水粉单竹、箬叶竹、肾耳唐竹、髯毛箬竹、肿节少穗竹、长叶苦竹(狭叶青苦竹)、毛算盘竹和油苦竹等 21 种为试验地的适应竹种。

关键词: 竹子; 园林绿化; 生态适应性; 评价; 集对分析

中图分类号: S795; TU985

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2022)08-0086-08

Evaluation on Ecodaptation of Bamboo in Urban Greening

JIN Gaozhong¹, YANG Shuiping², WANG Yu¹, CHEN Jun¹

1. Forest Inventory and Planning Institute of Guizhou Province, Guiyang 550003, China;

2. School of Horticulture and Landscape Architecture, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The research has been performed with analysis on 140 bamboo species, based on comprehensive evaluation of diseases and insect pests, broken shoot rate, average bamboo growth index, dominant bamboo growth index and set pair analysis method, The results show that 21 clump bamboo species adapted well, including: *A. maculosa* Chu et t Chao, *Pleioblastus dohgontus* Koidz, *Pleioblastus simonii* (Carr.) Nakai, *Dendrocalamopsis beecheyana* (Munro) Keng f, *Dendrocalamus minor* (McClure) Chia et H.L. Fung, *Monocladus saxatilis* Chia et al. var. *solidus* (Chu et Chao) Chia, *Bambusa indigena* Chia et H. L. Fung, *Indocalamus decorus* Q. H. Dai, *Dendrocalamopsis bicatratricata* (W. T. Lin) Keng f, *Bambusa intermedia* Hsueh et Yi, *Bambusa gibba* McClure, *Dendrocalamus sapidus* Q. H. Dal et D. Y, *Drepanostachyum scandens* (Hsueh et W.D.Li) Keng f. ex Yi, *Bambusa chungii* var. *barbelata*, *Indocalamus longiauritus* Hand.-Mazz, *Sinobambusa nephroauita* C.D. Chu et C.S. Chao, *Indocalamus barbatus* McClure, *Oligostachyum oedogonatum* (Z.P Wang et .GH Ye) Q.F Zhang et K.F Huang, *Pleioblastus chino* (Franch. et Savat.) Makino var. *hisauchii* Makino, *Indosasa glabrata* Chu et Chao var. *albo-hispidula* (Dai et Huang) Chao et Chu, *Pleioblastus oleosus* Wen.

Key words: bamboo; urban greening; ecological adaptations; evaluation; set pair analysis

① 收稿日期: 2021-06-23

基金项目: 贵州省林业厅 2018 年度林业优秀青年人才培养专项(黔林科合 J[2018]13 号)。

作者简介: 靳高中, 工程师, 主要从事森林资源规划设计研究。

通信作者: 陈军, 高级工程师。

竹是园林绿化中重要的绿化材料^[1]。在生产中,由于未开展初试实验,常常导致引进竹种不能正常生长或生长不良,增加了后期维护成本,甚至导致造林工程失败。因此,开展绿化竹种的生态适应性评价,选择适应性强的竹种,是园林绿化中必须首要考虑的问题^[2]。

竹因其丰富的文化内涵、较好的生态和社会效益而在城市园林绿化建设中广泛使用^[3],竹子的应用也由公园个别竹种的零星点缀逐渐发展为多竹种、片林的绿化。然而,由于城市森林建设在我国起步较晚,竹子的绿化应用也只局限在少数几种竹种,其中一个重要原因是对竹子的适应性研究甚少,很少对竹子生态适应性的系统研究。目前有关植物适应性的研究主要集中在木本植物的研究上,且较多为用材林,其研究也多采用定性描述^[4-8],较少进行定量分析。因此,开展城市园林绿化竹种的生态适应性评价,选出适宜城市绿化建设的竹种,不仅能丰富城市绿化材料,提高城市绿化生物多样性,还能通过选择适应性强的竹种,充分发挥竹种改善生态环境的功能,丰富园林绿化竹文化内涵,提高城市绿化品位。同时,本研究采用病虫害指标、断梢率、平均竹生长指标、优势竹生长及综合评价等指标对园林绿化竹种的生态适应性进行评价,为园林绿化竹种的评价指标选择提供了参考。

1 试验地概况

试验地位于贵州农业科学院内,占地 2.0 hm²,初期引种栽培了 180 多种竹子,后因栽植等原因导致部分竹子死亡,故本研究仅采集到 140 种竹子的相关数据。该试验地属中亚热带季风气候,年平均气温 19.2 ℃,极端最低温-4.2 ℃,一般年份最低温在 0 ℃以上,年平均降雨量约 1 800 mm,年平均相对湿度 78%。土壤为山地红壤,pH 值 5.15~6.15,土层厚度一般大于 100 cm,海拔 1 200 m,坡度 20°。

2 试验设计

2.1 竹种设计

竹种园分丛生竹区、散混生竹区,丛生竹按带状整地,依竹丛大小按行间距为(3~5) m×(3~5) m 分别设计,每个竹种植 4~5 丛;散混生竹各竹种按 20 m×20 m 样方设计种植,竹种之间开沟隔离。

2.2 研究方法

2.2.1 评价指标的确定

选择平均竹生长和优势竹生长作为反映生长状况指标;抗性指标以病虫害、断梢率指标反映竹子对环境抗性情况。由于不同竹种生物学和生态学特性差异很大,为了科学评价不同竹种在某一生长地的适应性,结合贵阳市近年气候变化情况^[9],增加评价的可比性,选用相对值进行评价,即基径和竹高采用调查实际值分别与本竹种理论极值的比值作为相对值,其中,理论极值以《中国植物志》第九卷第 1 分册和《中国竹类植物志》的最大值为参比值^[10-11]。

2.2.2 病虫害调查

病虫害调查按新、老竹叶分别调查 50~100 片竹叶,采用分级法进行,分 5 级,即 I, II, III, IV, V 级,分别代表无、轻微、中等、较严重和严重 5 级。具体判断标准为: I 级的为 5 片以下竹叶有轻微危害; II 级为 6~30 片有危害, III 级为 31~50 片有危害, IV 级为 51~70 片,且有危害的竹叶面积不超过 50%; V 级为 71 片以上,或有危害竹叶面积超过 50%。虫害率为受虫害竹种占参加评价的竹种的比例,病害率为受病害竹种占参加评价的竹种的比例。

2.2.3 生长指标调查

平均竹和优势竹的调查分丛生竹和散混生竹进行,丛生竹按丛为单元进行调查,每个竹种调查 2 丛生长中等(较好)竹丛作为代表竹丛;散混生竹设置 10 m×10 m 样方调查,断梢率为断梢竹数占所调查竹总数的比例^[12],断梢率调查根据断梢率的大小采用分级法进行评价,分为 4 级,即将断梢率的最大值减最小值所得差值平均分为 4 等分,标记为 I, II, III, IV 级;生长状况调查按基径的大小采用分级法进行评价,分为 5 级,即将基径的最大值减最小值所得差值平均分为 5 等分,标记为 I, II, III, IV, V 级。

2.2.4 集对分析方法

集对分析是在一定的问题背景下,对集对中 2 个集合的确定性与不确定性以及确定性与不确定性的相

互作用所进行的一种系统和数学分析,通常包括对集对中 2 个集合的特性、关系、结构、状态和趋势,以及相互联系模式所进行的分析.这种分析方法一般通过建立所论 2 个集合的联系数进行分析,有时也可以不借助联系数进行分析^[12-17].

3 结果与分析

3.1 病虫害状况评价

从表 1 可以看出在参与评价的竹种中,老叶的病虫害等级基本集中在 II 级,虫害竹种数达到了 73 种,占总竹种数的 52.1%,病害竹种数为 76 种,占总竹种数的 54.3%,新叶的病虫害等级则基本集中在 I 级,虫害竹种数达到了 116 种,占总竹种数的 82.9%,病害竹种数为 132 种,占总竹种数的 94.3%.可初步说明,病虫害能够危害到的竹种较少,但是绿竹、龙竹受病虫害均较为严重,在该地区引入种植时应慎重考虑,清甜竹、梁山慈竹、云南龙竹老叶受虫害影响较为严重.

表 1 各竹种受病虫害状况评价

病虫害等级	老叶				新叶			
	虫害/种	虫害率/%	病害/种	病害率/%	虫害/种	虫害率/%	病害/种	病害率/%
I	47	33.6	36	25.7	116	82.9	132	94.3
II	73	52.1	76	54.3	23	16.4	6	4.3
III	15	10.7	15	10.7	1	0.7	1	0.7
IV	3	2.1	8	5.7	0	0	1	0.7
V	2	1.4	5	3.6	0	0	0	0

3.2 断梢率评价

从表 2 可以看出,在 140 种竹种中有 79 种竹种的断梢率等级较低,占 56.43%,有 20 种竹种的断梢率等级较高,占 14.29%,其中,绿竹、壮绿竹、坭竹、毛箬竹、银丝大眼竹、紫线青皮竹、崖州竹、信宜石竹和粉单竹的断梢率大于 30%,为该地区的不推荐竹种.

表 2 各竹种断梢状况评价

断梢等级	竹种数/种	占比/%
I	79	56.43
II	10	7.14
III	31	22.14
IV	20	14.29

3.3 生长状况评价

从表 3 可以看出,在 140 种竹种中有 76 种竹种的相对基径小于平均值,占竹种总数的 54.29%,其中,平均竹相对基径小于 0.2 的竹种数为 48 种,占竹种总数的 34.29%,平均竹相对基径为 1.17 的竹种数为 13 种,占总竹种数的 9.29%,说明,在试验竹种中存在较适应试验地立地条件的竹种,为以后的引种种植提供了一定参考.

表 3 各竹种生长状况评价

等级	平均竹相对基径	平均竹相对竹高	优势竹相对基径	优势竹相对竹高	竹种数	占比/%
I	0.17	0.30	0.25	0.41	48	34.29
II	0.40	0.51	0.57	0.68	28	20.00
III	0.58	0.59	0.81	0.75	31	22.14
IV	0.82	1.06	1.11	1.27	20	14.29
V	1.17	0.94	1.53	1.19	13	9.29

3.4 丛生竹生态适应性评价

对丛生竹平均竹和优势竹的基径、竹高相对值,新老竹叶病虫害及断梢率 9 个指标建立决策矩阵,其中,病虫害及断梢率为负效益指标,按集对分析思路,求出各方案集对 $\{sk, u\}$ 相应的联系度 $u\{sk, u\}$ 中的 ak, bk, ck 等值,计算相对贴适度 vk 式,计算结果见表 4.

根据表 4 中的 v 值大小,丛生竹生态适应性大致可分为 4 种类型.

1) 适应竹种(v 值为 0.300 0~0.499 9)白眼竹、橙绿鞘苦竹、川竹、吊丝球竹、吊丝竹、箭竿竹、烂目竹、美丽箬竹、孟竹、绵竹、坭竹、清甜竹。

2) 较适应竹种(v 值为 0.200 0~0.299 9). 大佛肚竹、大绿竹、大琴丝竹、大眼竹、单竹、粉单竹、凤尾竹、观音竹、花竹、金平龙竹、金丝慈竹、苦绿竹、青皮竹、沙罗单竹、香竹、小佛肚竹、小琴丝竹、油箬竹。

3) 中等适应竹种(v 值为 0.100 0~0.199 9)勃氏甜龙竹、车筒竹、吊丝单竹、花撑蒿竹、花吊丝竹、华丝竹、梁山慈竹、龙竹、绿竹、毛箬竹、美竹、泡竹、破篾黄竹、黔竹、青竿竹、曲竿竹、思劳竹、泰竹、孝顺竹、崖州竹、银丝大眼竹、银丝竹、芸香竹、壮绿竹、紫线青皮竹。

4) 较不适应竹种(v 值为 0.010 0~0.099 9)撑篙竹、鼓节竹、光杆青皮竹、桂单竹、花眉竹、黄麻竹、信宜石竹、油竹、鱼肚脯竹、云南箭竹、云南龙竹。

3.5 散混生竹生态适应性评价

对散混生竹平均竹和优势竹的基径、竹高相对值,新老竹叶病虫害及断梢率 9 个指标建立决策矩阵,其中,病虫害及断梢率为负效益指标,按集对分析思路,求出各方案集对 $\{sk, u\}$ 相应的联系度 $u\{sk, u\}$ 中的 ak, bk, ck 等值,计算相对贴适度 vk 式,计算结果见表 5。

根据表 5 中的 v 值大小,散混生竹生态适应性大致可分为如下几种类型:

1) 适应竹种(v 值为 0.300 0~0.499 9)爬竹、水粉单竹、箬叶竹、肾耳唐竹、髯毛箬竹、肿节少穗竹、长叶苦竹(狭叶青苦竹)、毛算盘竹、油苦竹。

2) 较适应竹种(v 值为 0.200 0~0.299 9). 中华大节竹、短穗竹、红舌唐竹、胶南竹、安吉水胖竹。

3) 中等适应竹种(v 值为 0.100 0~0.199 9)黄金间碧玉竹、人面竹、光叶唐竹、红壳雷竹、紫竹、狭叶倭竹、苦竹、灰金竹、黄竿京竹、广竹、篾竹、灵川大节竹、实肚竹、甲竹、毛环水竹、鹅毛竹、宜兴苦竹、黄槽竹、矢竹(百日晴)、马甲竹、毛竹、满山爆竹、黄槽石绿竹、垂枝苦竹、大明竹、水竹。

4) 较不适应竹种(v 值为 0.010 0~0.099 9)光箬篾竹、少穗竹、变竹、东阳青皮竹、漫竹、黄槽毛竹、黄甜竹、桂竹、毛壳花哺鸡竹、井冈唐竹、安吉金竹、丽水苦竹、天目早竹、粉绿竹、乌竹、紫哺头灰竹、摆竹、高节竹、灰水竹、金竹、黄古竹、刚竹、寿竹、方竹、金镶玉竹、角竹、黄杆乌哺鸡竹、业平竹、茶杆竹、斑竹、实心苦竹、毛金竹、箬竹、假毛竹。

表 4 丛生竹评价指标及集对分析 v 值

种名	老叶/片		新叶/片		断梢率 /%	平均竹		优势竹		集对分析 v 值
	虫害	病害	虫害	病害		相对基径	相对竹高	相对基径	相对竹高	
白眼竹	2	0	0	0	10.00	1.11	1.00	1.36	1.67	0.341 0
勃氏甜龙竹	2	2	1	0	50.00	0.50	0.78	0.55	1.03	0.184 9
车筒竹	3	4	1	0	33.33	0.49	0.61	0.51	0.71	0.158 1
撑篙竹	1	0	0	0	32.43	0.21	0.34	0.25	0.41	0.079 6
橙绿鞘苦竹	4	1	1	0	10.81	0.93	1.14	1.25	1.50	0.323 3
川竹	1	0	0	0	10.87	0.88	1.13	1.25	1.33	0.313 3
大佛肚竹	1	1	1	0	16.67	0.70	0.94	1.00	1.50	0.264 0
大绿竹	1	1	1	0	18.18	0.73	1.03	1.05	1.25	0.272 6
大琴丝竹	1	1	0	0	38.46	0.68	0.63	0.90	0.95	0.213 7
大眼竹	1	1	0	0	0.00	1.10	0.39	1.20	0.40	0.243 3
单竹	1	0	0	0	0.00	1.35	0.19	1.30	0.20	0.253 0
吊丝单竹	1	1	0	0	18.75	0.54	0.49	0.63	0.78	0.163 1
吊丝球竹	1	0	0	0	31.25	1.07	1.23	1.43	1.40	0.356 2
吊丝竹	2	2	1	0	16.67	0.87	1.19	1.20	1.63	0.321 1
粉单竹	1	1	1	0	21.05	0.52	1.10	0.75	1.40	0.239 2
凤尾竹	2	1	2	0	14.29	0.77	0.81	1.06	1.03	0.252 5
鼓节竹	4	3	1	0	11.11	0.16	0.21	0.24	0.31	0.060 0
观音竹	3	1	1	0	2.44	0.71	0.93	1.08	1.50	0.270 0
光杆青皮竹	0	1	0	0	0.00	0.05	0.09	0.08	0.13	0.022 1
桂单竹	0	0	0	0	11.76	0.18	0.33	0.25	0.46	0.077 0

续表 4 丛生竹评价指标及集对分析 v 值

种名	老叶/片		新叶/片		断梢率 /%	平均竹		优势竹		集对分析 v 值
	虫害	病害	虫害	病害		相对基径	相对竹高	相对基径	相对竹高	
花撑蒿竹	2	1	0	1	26.32	0.45	0.34	0.54	0.47	0.126 6
花吊丝竹	3	1	1	1	5.41	0.44	0.73	0.62	0.84	0.175 1
花眉竹	2	0	0	0	0.00	0.12	0.11	0.13	0.11	0.034 1
花竹	1	0	0	0	15.49	0.78	0.69	1.07	0.98	0.242 4
华丝竹	1	0	0	0	19.64	0.69	0.44	1.04	0.58	0.199 3
黄麻竹	1	1	0	0	26.09	0.24	0.20	0.34	0.24	0.072 8
箭竿竹	1	0	0	1	0.00	1.29	1.33	1.76	1.40	0.411 6
金平龙竹	1	0	0	0	7.14	0.71	0.59	0.92	0.67	0.207 9
金丝慈竹	2	1	0	0	31.25	0.79	0.80	1.17	1.10	0.263 5
苦绿竹	1	1	0	1	13.33	0.64	0.90	0.87	1.00	0.232 7
烂目竹	1	0	0	0	16.18	1.00	1.21	1.28	1.57	0.340 4
梁山慈竹	1	0	0	0	28.57	0.60	0.67	0.76	0.78	0.194 7
龙竹	2	0	0	0	20.00	0.53	0.56	0.73	0.68	0.173 3
绿竹	1	0	0	0	30.00	0.51	0.31	0.60	0.42	0.133 2
毛箬竹	1	1	0	0	11.11	0.40	0.60	0.70	0.80	0.164 6
美丽箬竹	1	1	0	0	16.67	0.89	1.60	1.15	1.80	0.359 9
美竹	1	1	0	0	19.23	0.51	0.64	0.63	0.93	0.177 0
孟竹	1	1	0	0	33.33	1.28	1.10	1.60	1.30	0.375 8
绵竹	1	1	1	0	2.13	0.86	1.08	1.15	1.65	0.307 1
坭竹	1	0	0	0	3.23	1.08	1.65	1.68	2.41	0.437 5
泡竹	0	0	0	0	15.71	0.43	0.23	0.65	0.28	0.118 5
破箬黄竹	1	0	0	0	43.75	0.36	0.39	0.63	0.50	0.129 5
黔竹	1	1	0	0	0.00	0.63	0.59	0.86	0.67	0.195 4
青竿竹	2	0	0	0	6.25	0.58	0.68	0.75	0.72	0.191 5
青皮竹	2	0	0	0	0.00	0.76	0.50	1.02	0.64	0.211 6
清甜竹	1	1	0	0	11.90	0.84	1.45	1.04	1.60	0.328 6
曲竿竹	1	1	0	0	2.17	0.53	0.48	0.60	0.53	0.152 9
沙罗单竹	1	1	0	0	57.14	0.62	0.67	0.92	0.92	0.212 0
思劳竹	1	0	0	0	13.04	0.55	0.41	0.75	0.42	0.157 2
泰竹	1	0	0	0	7.32	0.36	0.63	0.44	0.76	0.143 0
香竹	1	1	0	0	13.33	0.63	0.87	0.83	1.04	0.227 0
小佛肚竹	1	1	0	0	16.48	0.93	0.69	1.03	0.87	0.251 7
小琴丝竹	1	1	1	0	11.76	0.64	0.83	0.93	1.04	0.231 9
孝顺竹	1	1	0	0	0.00	0.60	0.55	0.75	0.55	0.177 8
信宜石竹	0	1	0	0	0.00	0.16	0.27	0.19	0.33	0.062 0
崖州竹	1	1	0	0	13.89	0.53	0.66	0.73	0.90	0.187 5
银丝大眼竹	1	0	0	0	0.00	0.67	0.48	0.93	0.68	0.195 1
银丝竹	1	3	1	0	0.00	0.56	0.20	0.88	0.28	0.145 9
油箬竹	1	0	0	0	0.00	0.35	1.38	0.50	1.94	0.241 5
油竹	0	2	0	0	12.50	0.06	0.08	0.10	0.13	0.023 7
鱼肚膈竹	0	0	0	0	0.00	0.20	0.43	0.29	0.58	0.093 7
云南箭竹	1	1	0	0	0.00	0.24	0.40	0.33	0.54	0.097 1
云南龙竹	0	1	0	0	0.00	0.25	0.33	0.40	0.45	0.094 9
芸香竹	1	1	0	0	0.00	0.43	0.46	0.55	0.66	0.140 6
壮绿竹	0	2	0	0	14.71	0.55	0.48	0.73	0.48	0.163 4
紫线青皮竹	1	1	0	0	0.00	0.31	0.45	0.38	0.52	0.111 7

表 5 散混生竹评价指标及集对分析 ν 值

种名	老叶/片		新叶/片		断梢率 /%	平均竹		优势竹		集对分析 ν 值
	虫害	病害	虫害	病害		相对基径	相对竹高	相对基径	相对竹高	
黄金间碧玉竹	2	1	0	0	25.00	0.61	0.54	0.93	0.73	0.195 7
光箨篌竹	0	2	0	0	0.00	0.05	0.08	0.08	0.11	0.020 7
少穗竹	0	1	0	0	0.00	0.04	0.13	0.05	0.13	0.022 4
变竹	1	1	0	0	0.00	0.08	0.15	0.10	0.19	0.033 3
东阳青皮竹	0	1	0	0	4.00	0.06	0.17	0.10	0.26	0.034 8
漫竹	0	3	0	0	0.00	0.10	0.14	0.14	0.21	0.037 9
黄槽毛竹	0	3	0	0	14.29	0.12	0.20	0.17	0.27	0.048 9
黄甜竹	1	0	0	0	7.41	0.16	0.12	0.27	0.12	0.049 6
桂竹	1	1	0	0	0.00	0.13	0.21	0.17	0.31	0.051 8
毛壳花哺鸡竹	0	0	0	0	0.00	0.12	0.21	0.20	0.30	0.052 8
井冈唐竹	1	1	0	0	0.00	0.18	0.14	0.27	0.15	0.054 1
安吉金竹	0	2	0	0	4.76	0.16	0.23	0.24	0.29	0.061 3
丽水苦竹	0	1	0	0	0.00	0.17	0.22	0.27	0.34	0.064 8
天目早竹	1	1	0	0	0.00	0.15	0.27	0.23	0.39	0.065 5
粉绿竹	1	1	0	0	0.00	0.16	0.26	0.24	0.38	0.066 1
乌竹	1	1	0	0	0.00	0.07	0.43	0.10	0.58	0.066 6
紫哺头灰竹	0	3	0	0	0.00	0.21	0.13	0.40	0.19	0.066 9
摆竹	0	1	0	0	0.00	0.17	0.29	0.22	0.37	0.068 0
高节竹	0	3	0	0	0.00	0.19	0.28	0.24	0.34	0.069 9
灰水竹	0	1	0	0	0.00	0.18	0.24	0.30	0.37	0.070 5
金竹	1	1	1	0	0.00	0.18	0.29	0.27	0.38	0.073 0
黄古竹	0	2	0	0	0.00	0.24	0.23	0.30	0.33	0.074 7
刚竹	1	1	1	0	0.00	0.18	0.32	0.25	0.50	0.077 1
寿竹	0	1	0	0	0.00	0.20	0.32	0.30	0.43	0.081 1
方竹	0	2	0	0	0.00	0.20	0.4	0.28	0.40	0.082 4
金镶玉竹	0	1	0	0	0.00	0.19	0.36	0.30	0.44	0.083 9
角竹	0	1	0	0	10.00	0.22	0.29	0.36	0.42	0.084 6
黄秆乌哺鸡竹	1	2	0	1	26.67	0.20	0.34	0.30	0.52	0.085 0
业平竹	0	1	0	0	0.00	0.26	0.21	0.45	0.29	0.085 1
茶杆竹	0	1	1	0	0.00	0.20	0.35	0.32	0.50	0.086 9
斑竹	0	2	0	3	0.00	0.20	0.45	0.25	0.50	0.090 6
实心苦竹	1	1	0	0	0.00	0.23	0.39	0.30	0.52	0.092 4
毛金竹	2	2	1	0	0.00	0.44	0.05	0.60	0.07	0.094 7
籐竹	1	2	0	0	19.05	0.24	0.37	0.34	0.55	0.095 4
假毛竹	1	2	0	0	0.00	0.26	0.35	0.38	0.49	0.097 1
人面竹	0	4	0	2	1.00	0.32	0.29	0.58	0.38	0.110 0
光叶唐竹	0	1	0	0	0.00	0.36	0.33	0.47	0.46	0.111 3
红壳雷竹	1	1	0	0	4.35	0.38	0.33	0.56	0.43	0.119 3
紫竹	2	4	1	0	28.00	0.33	0.31	0.62	0.56	0.120 1
狭叶倭竹	0	1	0	0	0.00	0.25	0.60	0.33	0.80	0.122 1
苦竹	0	1	0	0	0.00	0.38	0.36	0.60	0.56	0.128 1
灰金竹	0	4	1	1	0.00	0.38	0.47	0.45	0.69	0.129 8

续表 5 散混生竹评价指标及集对分析 ν 值

种名	老叶/片		新叶/片		断梢率 /%	平均竹		优势竹		集对分析 ν 值
	虫害	病害	虫害	病害		相对基径	相对竹高	相对基径	相对竹高	
黄竿京竹	1	1	0	0	6.00	0.45	0.32	0.63	0.40	0.129 9
广竹	1	0	1	0	0.00	0.27	0.55	0.46	0.86	0.130 8
篾竹	1	1	0	0	0.00	0.39	0.40	0.58	0.55	0.130 9
灵川大节竹	1	1	0	0	0.00	0.13	0.83	0.19	1.35	0.133 4
实肚竹	0	1	0	0	6.00	0.45	0.35	0.63	0.44	0.133 5
甲竹	1	1	1	0	25.00	0.37	0.47	0.55	0.59	0.133 8
毛环水竹	0	3	0	0	0.00	0.36	0.47	0.56	0.63	0.134 6
鹅毛竹	0	1	0	0	0.00	0.11	0.95	0.17	1.20	0.137 0
宜兴苦竹	0	1	0	0	0.00	0.50	0.30	0.75	0.30	0.139 6
黄槽竹	0	1	0	0	0.00	0.41	0.53	0.55	0.67	0.145 1
矢竹(百日晴)	0	0	0	0	0.00	0.50	0.36	0.73	0.56	0.149 7
马甲竹	1	1	0	0	0.00	0.40	0.63	0.54	0.70	0.153 0
毛竹	1	0	0	0	5.00	0.43	0.49	0.68	0.67	0.153 2
满山爆竹	1	0	0	0	0.00	0.48	0.63	0.53	0.69	0.159 9
黄槽石绿竹	1	1	0	0	0.00	0.50	0.61	0.70	0.81	0.175 7
垂枝苦竹	1	1	0	0	0.00	0.58	0.42	0.95	0.52	0.178 5
大明竹	1	0	0	0	0.00	0.45	0.65	0.75	0.84	0.178 7
水竹	1	1	0	0	20.31	0.60	0.67	0.70	0.75	0.189 5
中华大节竹	0	1	0	0	0.00	0.63	0.65	0.88	0.74	0.203 9
短穗竹	0	2	1	0	0.00	0.65	0.65	1.10	0.88	0.225 7
红舌唐竹	0	1	0	0	0.00	0.80	0.62	1.00	0.80	0.228 6
胶南竹	0	3	0	0	10.00	0.65	0.70	1.10	1.04	0.234 0
安吉水胖竹	2	1	0	0	0.00	0.30	1.43	0.47	2.25	0.246 2
爬竹	1	2	1	0	0.00	1.31	0.30	1.88	0.42	0.307 4
水粉单竹	1	0	0	0	15.79	0.80	1.23	1.40	1.36	0.326 1
箬叶竹	0	4	0	0	12.00	0.78	1.68	1.25	0.31	0.327 6
肾耳唐竹	1	0	0	0	0.00	1.10	0.91	1.60	1.04	0.334 8
髯毛箬竹	1	1	0	0	0.00	1.50	0.37	2.00	0.57	0.345 1
肿节少穗竹	2	1	0	0	28.57	0.93	1.53	1.13	1.62	0.351 8
长叶苦竹 (狭叶青苦竹)	0	1	0	0	0.00	1.00	1.17	1.60	1.50	0.359 0
毛算盘竹	0	0	0	0	18.75	1.08	1.43	1.23	1.58	0.364 4
油苦竹	0	0	0	0	0.00	0.88	1.65	1.07	2.20	0.367 0

4 结果与讨论

根据集对分析结果把实验竹种分为较适应竹种、中等适应竹种、较不适应竹种和不适应竹种 4 类。丛生竹中, 适应竹种有: 白眼竹、橙绿鞘苦竹、川竹、吊丝球竹、吊丝竹、箭竿竹、烂目竹、美丽箬竹、孟竹、绵竹、坭竹、清甜竹; 较不适应竹种有: 撑篙竹、鼓节竹、光杆青皮竹、桂单竹、花眉竹、黄麻竹、信宜石竹、油竹、鱼肚脯竹、云南箭竹、云南龙竹。散混生竹种中, 适应竹种有: 爬竹、水粉单竹、箬叶竹、肾耳唐竹、髯毛箬竹、肿节少穗竹、长叶苦竹(狭叶青苦竹)、毛算盘竹、油苦竹; 较不适应竹种有: 光箨篾竹、少穗竹、变竹、东阳青皮竹、漫竹、黄槽毛竹、黄甜竹、桂竹、毛壳花哺鸡竹、井冈唐竹、安吉金竹、丽水苦竹、天目早竹、粉绿竹、乌竹、紫喙头灰竹、摆竹、高节竹、灰水竹、金竹、黄古竹、刚竹、寿竹、方竹、金

镶玉竹、角竹、黄秆乌哺鸡竹、业平竹、茶秆竹、斑竹、实心苦竹、毛金竹、籐竹、假毛竹。

竹种的生态适应性受多种因素的影响^[5],如光照、水分、土壤和温度等。在本研究中,适应竹种多为乡土竹种,但部分引种的竹种表现出较强的适应性,可初步说明,在引种栽培的过程中,竹种的生态适应性表现出一定的变化,部分竹种迁地种植后表现出了比原种植地更强的适应性。

竹种的生态适应性评价是竹种引种栽培的基础工作,在具体的绿化竹种选择过程中,宜在观赏性、生态功能及竹林的经营管理水平等方面进一步比较评价。

参考文献:

- [1] 刘济明. 贵州喀斯特地区小蓬竹生态特性研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2009.
- [2] 邱尔发, 彭镇华, 王成, 等. 城市绿化竹子生态适应性评价 [J]. 生态学报, 2006, 26(9): 2896-2904.
- [3] 马海艳. 观赏竹在上海城市公园绿地中的应用调查与分析 [D]. 南京: 南京农业大学, 2007.
- [4] 刘化琴, 张长海, 蔡静, 等. 银合欢生态适应性研究 [J]. 林业科学研究, 1994, 7(3): 301-305.
- [5] 窦志浩, 温茂元, 蔡景光. 海南珍贵树种——母生的适应性试验报告 [J]. 热带作物研究, 1994(4): 65-69.
- [6] 廖宝文, 郑松发, 陈玉军, 等. 外来红树植物无瓣海桑生物学特性与生态环境适应性分析 [J]. 生态学杂志, 2004, 23(1): 10-15.
- [7] 赵文智. 砂生槐沙生适应性初步研究 [J]. 植物生态学报, 1998, 22(4): 379-384.
- [8] 王明荣. 引进 33 种欧洲海棠品种繁殖栽培研究及景观应用价值评价 [D]. 南京: 南京林业大学, 2005.
- [9] 于海英, 陈淑伶, 杨莉琳, 等. 贵阳市近 70 年气候突变检测及变化趋势分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2021, 43(9): 115-123.
- [10] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 第十八卷-中国植物志 [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [11] 朱石麟. 中国竹类植物图志 [M]. 北京: 中国林业出版社, 1994.
- [12] 邱尔发, 陈卓梅, 洪伟, 等. 山地麻竹林生态系统养分分配格局 [J]. 生态学报, 2004, 24(12): 2693-2699.
- [13] 赵克勤. 集对分析及其初步应用 [J]. 大自然探索, 1994(1): 67-72.
- [14] 赵克勤, 宣爱理. 集对论——一种新的不确定性理论方法与应用 [J]. 系统工程, 1996, 14(1): 18-23, 72.
- [15] 赵克勤. 二元联系数 $A+Bi$ 的理论基础与基本算法及在人工智能中的应用 [J]. 智能系统学报, 2008, 3(6): 476-486.
- [16] 赵克勤. 联系数学的基本原理与应用 [J]. 安阳工学院学报, 2009, 8(2): 107-110.
- [17] 赵克勤, 赵森烽. 奇妙的联系数 [M]. 北京: 知识出版社, 2014.

责任编辑 潘春燕