

# 白花鬼针草入侵对植物群落结构及物种多样性的影响

王小飞<sup>1,2</sup>, 王涛<sup>1</sup>, 王琦<sup>1</sup>, 尹爱国<sup>2</sup>, 杨晓绒<sup>1\*</sup>, 岳茂峰<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>伊犁师范大学生物与地理科学学院/伊犁师范大学资源与生态研究所, 新疆伊宁 835000; <sup>2</sup>广东石油化工学院生物与食品工程学院/岭南现代农业科学与技术广东省实验室茂名分中心, 广东茂名 525000

**摘要:**【目的】阐明白花鬼针草入侵对植物群落组成及物种多样性的影响。【方法】调查广东茂名有白花鬼针草入侵(试验样方)和无白花鬼针草生长(对照样方)的植物群落中植物的种类、盖度、高度和密度, 计算不同植物重要值及物种多样性指数, 通过皮尔逊相关系数及拟合曲线展现白花鬼针草种群特征与其重要值及物种多样性的关系。【结果】白花鬼针草入侵后植物群落的组成和结构显著改变, 由对照样方的 104 种减少到试验样方的 63 种, 双穗雀稗、白花蛇舌草、香膏萼距花等物种消失, 胜红蓟、阔叶丰花草、假臭草等恶性杂草的重要值降低, 而马唐、薇甘菊、空心莲子草等物种重要值升高。白花鬼针草入侵降低了物种多样性, 试验样方的 Patrick 丰富度指数( $R$ )、Simpson 多样性指数( $D$ )和 Shannon-Wiener 多样性指数( $H$ )均低于对照样方; 白花鬼针草的重要值与以上多样性指数( $H$ 、 $D$ )和丰富度指数( $R$ )呈显著负相关( $P < 0.001$ )。【结论】白花鬼针草入侵减少了物种多样性, 并形成单一优势种群群落, 对植物群落产生了负效应, 对生态环境造成了极大的威胁。

**关键词:** 入侵植物; 白花鬼针草; 群落结构; 物种多样性



开放科学标识码  
(OSID 码)

## Effects of *Bidens alba* invasion on structure and species diversity of plant community

WANG Xiaofei<sup>1,2</sup>, WANG Tao<sup>1</sup>, WANG Qi<sup>1</sup>, YIN Aiguo<sup>2</sup>, YANG Xiaorong<sup>1\*</sup>, YUE Maomeng<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>College of Biological Sciences and Technology, Yili Normal University/Institute of Resources and Ecology, Yili Normal University, Yining, Xinjiang 835000, China; <sup>2</sup>College of Biological and Food Engineering, Guangdong University of Petrochemical Technology/Maoming Branch, Guangdong Laboratory for Lingnan Modern Agriculture, Maoming, Guangdong 525000, China

**Abstract:** 【Aim】 To clarify the effects of *Bidens alba* invasion on the composition and species diversity of plant communities. 【Method】 The plant species, coverage, height, and density in communities of *B. alba* (experimental plot) and no *B. alba* (control plot) were investigated in Maoming, Guangdong Province, China. The important values and diversity indices of different plants were calculated. The Pearson correlation coefficient and fitting curve were used to show the relationship between the characteristics of the *B. alba* population and its important values and species diversity. 【Result】 The composition and structure of the plant community changed significantly after the invasion of *B. alba*. The number of species decreased from 104 in the control plot to 63 in the experimental plot. Some species, such as *Paspalum distichum*, *Hedyotis diffusa*, and *Cuphea balsamona*, disappeared. The important values of malignant weeds, such as *Ageratum conyzoides*, *Spermacoce alata*, and *Praxelis clematidea*, decreased, while those of *Digitaria sanguinalis*, *Mikania micrantha*, and *Alternanthera philoxeroides* increased. The Patrick richness index ( $R$ ), Simpson's diversity index ( $D$ ), and the Shannon-Wiener diversity index ( $H$ ) values of the experimental plot were all lower than those of the control plot. The important values of *B. alba* were negatively correlated with the above diversity indices ( $H$ ,  $D$ ) and richness index ( $R$ ) ( $P < 0.001$ ). 【Conclusion】 The invasion of *B. alba* significantly changed the structure and reduced the species diversity of plant communities. The harm caused by *B. alba* to the ecological environment in southern China is worthy of attention.

**Key words:** invasion plants; *Bidens alba*; community structure; species diversity

收稿日期(Received): 2022-11-13 接受日期(Accepted): 2023-03-17

基金项目: 广东省自然科学基金(2022A1515011169); 广东省普通高校重点领域专项项目(2019KZDZX2009); 广东茂名市科技计划项目(2021S0063)

作者简介: 王小飞, 女, 硕士研究生。研究方向: 植物学。E-mail: 1431898794@qq.com

\* 通信作者(Author for correspondence), 杨晓绒, E-mail: xiaorong0325@163.com; 岳茂峰, E-mail: 21376286@qq.com

进入 21 世纪以来,随着全球贸易的快速增长以及人员交流的不断增长,生物入侵不断加剧(Wang *et al.*, 2022)。《2020 中国生态环境状态公报》显示,中国已发现 660 多种外来物种且有 71 种具有潜在威胁而被列入《中国外来入侵物种名单》(余潇枫, 2022)。生物入侵对生物多样性保护和环境安全构成巨大威胁,已成为 21 世纪重大环境问题之一(Peter *et al.*, 2021)。

外来入侵物种常因其具有较强的适应性而在不同地区形成大面积入侵,继而影响入侵地的群落结构(Yu *et al.*, 2022)。例如,入侵植物薇甘菊 *Mikania micrantha* Kunth 生长异常迅速,可快速覆盖其他植物,阻碍它们的光合作用而导致死亡(韦春强等, 2015); 紫茎泽兰 *Ageratina adenophora* (Spreng.) R.M. King et H. Rob. 在我国西南地区大规模暴发,通过竞争和化感作用抑制其他植物的生长,最终造成群落物种多样性下降(姜倪皓等, 2022; 喻三鹏等, 2022)。外来物种入侵后,当地植被群落的结构和功能显著改变,部分植物重要值下降,群落物种丰富度降低,本地植物数量减少,种类趋于单一(杨旭等, 2008; Giejsztowt *et al.*, 2020)。此外,随着外来物种入侵加剧,物种多样性逐渐降低(Iqbal *et al.*, 2020; Wu *et al.*, 2019),进而影响生态系统的稳定性(Wang *et al.*, 2020)。可见,研究外来入侵物种对区域群落结构和生物多样性的影响对评价其对生态系统的危害具有重要意义。

白花鬼针草 *Bidens alba* (L.) DC 是菊科鬼针草属植物,原产热带美洲,现广泛分布于热带和亚热带,在我国广东、广西、海南等地的公路、住宅、农田、公园等地随处可见(田兴山等, 2010)。由于白花鬼针草种子相对较大,具有较长的倒钩刺,易附着于人或动物体表实现远距离散播,使得其大量繁殖并快速侵占生境成为华南地区入侵面积最广泛的入侵植物之一(杜浩等, 2022; 罗娅婷等, 2019; 钟军弟等, 2016)。近年来,大量研究揭示了白花鬼针草的成分(陈君等, 2013)、化感作用(Tatenda *et al.*, 2021)、药用价值(纪璇等, 2021; 袁明贵等, 2018)、生物学特性(Yue *et al.*, 2017)、形态区分(何报作等, 2009)、种子萌发特性(韦春强等, 2013; 闫小红等, 2019; 周至琼和马永红, 2022)及扩散分布可能性(岳茂峰等, 2016)等,但是白花鬼针草入侵后如何影响当地植物群落结构以及物种多样性还

不明确。

基于此,本研究在白花鬼针草主要发生地调查其入侵前后的植物群落结构及其入侵后本地植物群落组成及多样性指数的变化,明确其入侵对植物群落产生的影响,为白花鬼针草的科学管理和当地生物多样性保护提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 研究区域与方法

本研究在白花鬼针草的主要发生地广东省茂名市开展。茂名市地处北回归线以南(110°92'E, 21°64'N),属亚热带季风气候区,季风明显,气候类型多样,夏长冬短,阳光充足,雨量充沛。年均日照时数约 1883 h,全年平均温度在 22 °C 以上,年均降雨量 1530~1770 mm。

本研究在广东茂名地区白花鬼针草入侵地和无入侵地各选择 50 个植物样方,分别作为试验样方和对照样方,调查每个样方中植物的种类及其密度、盖度和高度。

### 1.2 数据计算

相对密度指某一植物密度占全部植物密度总和的百分比;相对盖度为某一植物分盖度占全部植物分盖度总和的百分比;相对高度为某植物高度占全部植物高度总和的百分比;重要值(important values, IV) = (相对高度 + 相对盖度 + 相对密度) / 3。 $\alpha$ -多样性指数分析群落物种多样性,公式如下:

Patrick 丰富度指数  $R=S$ ;

Simpson 多样性指数  $D=1-\sum N_i(N_i-1)/N(N-1)$ ;

Shannon-Wiener 多样性指数  $H=-\sum P_i \ln P_i$ ;

Pielou 均匀度指数  $E=H/\ln S$ ;

式中,  $P_i$  为第  $i$  个物种占总个体数的比例,  $N_i$  为第  $i$  个物种个体数,  $N$  为样方中所有物种的个体数,  $S$  为样方中植物种数(纪红等, 2021)。

### 1.3 数据分析

采用 SPSS 26.0 对试验样方和对照样方中  $\alpha$ -多样性指数进行独立样本  $T$  检验分析;用皮尔逊相关系数(Pearson correlation coefficient)分析白花鬼针草种群特征与生物多样性的关系;用 Origin2021 对试验样方内入侵植物白花鬼针草的重要值、相对密度、相对盖度、相对高度与  $\alpha$ -多样性指数进行回归拟合分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 群落物种组成

本研究调查到 100 个样地共有植物 121 种, 隶属于 30 科 94 属(表 1), 各科种数及其占植物总数的百分数分别如下: 禾本科 30 种, 24.79%; 菊科 21 种, 17.36%; 莎草科、豆科各 9 种, 各占 7.44%; 苋科 7 种, 5.79%; 锦葵科 6 种, 4.96%; 茜草科 5 种, 4.13%; 旋花科 3 种, 2.48%; 大戟科、茄科、椴树科、鸭跖草科、马鞭草科、玄参科、柳叶菜科、酢浆草科和石竹科各 2 种, 各占 1.65%; 堇菜科、伞形科、梧桐科、蓼科、海金沙科、番杏科、荨麻科、千屈菜科、唇形科、木贼科、桑科、防己科和马齿苋科各 1 种, 各占 0.83%。

对照样方中有 104 种植物, 隶属 25 科 81 属; 试验样方中有 63 种, 隶属 23 科 57 属。对比发现, 入侵样地减少的植物有双穗雀稗 *Paspalum distichum* L.、圆果

雀稗 *Paspalum scrobiculatum* var. *orbiculare* (G. Forster) Hackel、苏门白酒草 *Erigeron sumatrensis* Retz.、羽芒菊 *Tridax procumbens* L.、白花蛇舌草 *Hedyotis diffusa* Willd.、母草 *Lindernia crustacea* (L.) F. Muell.、香膏萼距花 *Cuphea balsamona* Cham. & Schltldl. 等。

从植物的重要值(IV)来看, 对照样方中有 28 种植物的 IV 大于 0.01, 其中, 胜红蓟 *Ageratum conyzoides* L. 的 IV 最高(0.091), 其次是假臭草 *Praxelis clematidea* (Griseb.) R. M. King et H. Rob. (0.081), 牛筋草 *Eleusine indica* (L.) Gaertn.、两耳草 *Paspalum conjugatum* Berg. 的 IV 也大于 0.05; 试验样方中, 17 种杂草的 IV 大于 0.01, 白花鬼针草的 IV 最大(0.471), 马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop. 次之(0.101)。可见, 白花鬼针草入侵使群落物种数量减少, 群落的组成和结构趋于单一, 引起物种组成差异, 显著改变原有植物群落的组成及结构。

表 1 对照样方和试验样方植物种类组成及其重要值

Table 1 Plant species composition and their important values of control and experimental plots

科 Family	种 Species	重要值 Important values	
		对照样方 Control plot	试验样方 Experimental plot
禾本科 Gramineae	弓果黍 <i>Cyrtococcum patens</i>	0.002	0.002
	狗牙根 <i>Cynodon dactylon</i>	0.047	0.011
	光头稗 <i>Echinochloa colona</i>	0.004	0.004
	稗 <i>Echinochloa crus-galli</i>	0.006	0.001
	红毛草 <i>Melinis repens</i>	0.022	0.008
	类芦 <i>Neyraudia reynaudiana</i>	0.012	0.003
	两耳草 <i>Paspalum conjugatum</i>	0.056	0.022
	双穗雀稗 <i>Paspalum distichum</i>	0.011	0.000
	圆果雀稗 <i>Paspalum scrobiculatum</i>	0.010	0.000
	龙爪茅 <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	0.007	0.003
	马唐 <i>Digitaria sanguinalis</i>	0.041	0.101
	红尾翎 <i>Digitaria radicata</i>	0.003	0.000
	牛筋草 <i>Eleusine indica</i>	0.071	0.048
	铺地黍 <i>Panicum repens</i>	0.019	0.003
	水蔗草 <i>Apluda mutica</i>	0.002	0.015
	地毯草 <i>Axonopus compressus</i>	0.003	0.000
	柄草 <i>Capillipedium parviflorum</i>	0.005	0.000
	野古草 <i>Arundinella anomala</i>	0.002	0.000
	蒺藜草 <i>Cenchrus echinatus</i>	0.006	0.000
	鼠妇草 <i>Eragrostis atrovirens</i>	0.001	0.000
	宿根画眉草 <i>Eragrostis perennans</i>	0.002	0.000
	乱草 <i>Eragrostis japonica</i>	0.001	0.000
	露籽草 <i>Ottlochloa nodosa</i>	0.007	0.000
	鼠尾粟 <i>Sporobolus fertilis</i>	0.004	0.000
	细毛鸭嘴草 <i>Ischaemum ciliare</i>	0.002	0.000
	鸭嘴草 <i>Ischaemum aristatum</i>	0.004	0.000
	竹节草 <i>Chrysopogon aciculatus</i>	0.001	0.000
	白羊草 <i>Bothriochloa ischaemum</i>	0.000	0.010
	旗草 <i>Brachiaria brizantha</i>	0.000	0.013
	千金子 <i>Leptochloa chinensis</i>	0.000	0.003

续表 1

科 Family	种 Species	重要值 Important values	
		对照样方 Control plot	试验样方 Experimental plot
菊科 Asteraceae	小蓬草 <i>Erigeron canadensis</i>	0.010	0.012
	假臭草 <i>Praxelis clematidea</i>	0.081	0.012
	飞机草 <i>Chromolaena odorata</i>	0.007	0.000
	金腰箭 <i>Synedrella nodiflora</i>	0.018	0.001
	胜红蓟 <i>Ageratum conyzoides</i>	0.091	0.022
	薇甘菊 <i>Mikania micrantha</i>	0.009	0.025
	苏门白酒草 <i>Erigeron sumatrensis</i>	0.010	0.000
	香丝草 <i>Erigeron bonariensis</i>	0.006	0.000
	五月艾 <i>Artemisia indica</i>	0.001	0.000
	白花鬼针草 <i>Bidens alba</i>	0.000	0.471
	金盏银盘 <i>Bidens biternata</i>	0.006	0.000
	牛膝菊 <i>Galinsoga parviflora</i>	0.000	0.002
	野茼蒿 <i>Crassocephalum crepidioides</i>	0.000	0.005
	鳢肠 <i>Eclipta prostrata</i>	0.004	0.000
	苦苣菜 <i>Sonchus oleraceus</i>	0.001	0.000
	南美蟛蜞菊 <i>Sphagneticola trilobata</i>	0.009	0.000
	一点红 <i>Emilia sonchifolia</i>	0.003	0.000
	翼茎阔苞菊 <i>Pluchea sagittalis</i>	0.003	0.000
	羽芒菊 <i>Tridax procumbens</i>	0.010	0.000
	苍耳 <i>Xanthium strumarium</i>	0.002	0.000
钻叶紫菀 <i>Symphyotrichum subulatum</i>	0.004	0.000	
莎草科 Cyperaceae	碎米莎草 <i>Cyperus iria</i>	0.006	0.001
	香附子 <i>Cyperus rotundus</i>	0.016	0.003
	异型莎草 <i>Cyperus difformis</i>	0.003	0.002
	扁穗莎草 <i>Cyperus compressus</i>	0.001	0.000
	多枝扁莎 <i>Pycurus polystachyos</i>	0.004	0.000
	畦畔莎草 <i>Cyperus haspan</i>	0.002	0.000
	结状飘拂草 <i>Fimbristylis rigidula</i>	0.002	0.000
	日照飘拂草 <i>Fimbristylis miliacea</i>	0.002	0.000
	水蜈蚣 <i>Kyllinga brevifolia</i>	0.005	0.000
豆科 Fabaceae	含羞草决明 <i>Chamaecrista mimosoides</i>	0.002	0.000
	田菁 <i>Sesbania cannabina</i>	0.012	0.003
	含羞草 <i>Mimosa pudica</i>	0.015	0.002
	假地豆 <i>Desmodium heterocarpon</i>	0.005	0.000
	三点金 <i>Desmodium triflorum</i>	0.003	0.000
	葛 <i>Pueraria montana</i>	0.006	0.004
	链荚豆 <i>Alysicarpus vaginalis</i>	0.002	0.000
	鹿藿 <i>Rhynchosia volubilis</i>	0.005	0.000
	猪屎豆 <i>Crotalaria pallida</i>	0.004	0.000
苋科 Amaranthaceae	刺苋 <i>Amaranthus spinosus</i>	0.004	0.019
	皱果苋 <i>Amaranthus viridis</i>	0.003	0.000
	反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	0.000	0.001
	凹头苋 <i>Amaranthus blitum</i>	0.000	0.001
	空心莲子草 <i>Alternanthera philoxeroides</i>	0.006	0.026
	莲子草 <i>Alternanthera sessilis</i>	0.007	0.005
	青葙 <i>Celosia argentea</i>	0.019	0.009
锦葵科 Malvaceae	白背黄花稔 <i>Sida rhombifolia</i>	0.004	0.001
	心叶黄花稔 <i>Sida cordifolia</i>	0.001	0.000
	地桃花 <i>Urena lobata</i>	0.015	0.005
	梵天花 <i>Urena procumbens</i>	0.003	0.000
	黄葵 <i>Abelmoschus moschatus</i>	0.000	0.003
	赛葵 <i>Malvastrum coromandelianum</i>	0.000	0.001
茜草科 Rubiaceae	阔叶丰花草 <i>Spermacoce alata</i>	0.042	0.004
	伞房花耳草 <i>Hedyotis corymbosa</i>	0.004	0.002
	白花蛇舌草 <i>Hedyotis diffusa</i>	0.011	0.000

续表 1

科 Family	种 Species	重要值 Important values	
		对照样方 Control plot	试验样方 Experimental plot
	耳草 <i>Hedyotis auricularia</i>	0.004	0.000
	鸡屎藤 <i>Paederia foetida</i>	0.001	0.002
旋花科 Convolvulaceae	篱栏网 <i>Merremia hederacea</i>	0.011	0.002
	圆叶牵牛 <i>Ipomoea purpurea</i>	0.002	0.003
	五爪金龙 <i>Ipomoea cairica</i>	0.000	0.011
大戟科 Euphorbiaceae	飞扬草 <i>Euphorbia hirta</i>	0.007	0.003
	叶下珠 <i>Phyllanthus urinaria</i>	0.015	0.002
茄科 Solanaceae	龙葵 <i>Solanum nigrum</i>	0.004	0.000
	少花龙葵 <i>Solanum americanum</i>	0.003	0.007
椴树科 Tiliaceae	甜麻 <i>Corchorus aestuans</i>	0.001	0.006
	刺蒴麻 <i>Triumfetta rhomboidea</i>	0.002	0.000
鸭跖草科 Commelinaceae	鸭跖草 <i>Commelina communis</i>	0.016	0.026
	裸花水竹叶 <i>Murdannia nudiflora</i>	0.002	0.005
马鞭草科 Verbenaceae	马缨丹 <i>Lantana camara</i>	0.008	0.009
	假马鞭 <i>Stachytarpheta jamaicensis</i>	0.002	0.000
玄参科 Scrophulariaceae	野甘草 <i>Scoparia dulcis</i>	0.029	0.012
	母草 <i>Lindernia crustacea</i>	0.010	0.000
柳叶菜科 Onagraceae	草龙 <i>Ludwigia hyssopifolia</i>	0.006	0.000
	毛草龙 <i>Ludwigia octovalvis</i>	0.001	0.000
酢浆草科 Oxalidaceae	红花酢浆草 <i>Oxalis corymbosa</i>	0.005	0.002
	酢浆草 <i>Oxalis corniculata</i>	0.006	0.000
石竹科 Caryophyllaceae	繁缕 <i>Stellaria media</i>	0.000	0.002
	鹅肠菜 <i>Myosoton aquaticum</i>	0.000	0.003
堇菜科 Violaceae	长萼堇菜 <i>Viola inconspicua</i>	0.001	0.000
伞形科 Apiaceae	积雪草 <i>Centella asiatica</i>	0.003	0.003
梧桐科 Sterculiaceae	马松子 <i>Melochia corchorifolia</i>	0.003	0.001
蓼科 Polygonaceae	火炭母 <i>Polygonum chinense</i>	0.001	0.003
海金沙科 Lygodiaceae	海金沙 <i>Lygodium japonicum</i>	0.001	0.000
番杏科 Aizoaceae	粟米草 <i>Trigastrotrocha stricta</i>	0.003	0.000
荨麻科 Urticaceae	雾水葛 <i>Pouzolzia zeylanica</i>	0.001	0.000
千屈菜科 Lythraceae	香膏萼距花 <i>Cuphea balsamona</i>	0.011	0.000
唇形科 Lamiaceae	糙苏 <i>Phlomis umbrosa</i>	0.004	0.000
木贼科 Equisetaceae	节节草 <i>Equisetum ramosissimum</i>	0.000	0.001
桑科 Moraceae	构树 <i>Broussonetia papyrifera</i>	0.000	0.005
防己科 Menispermaceae	粪箕笃 <i>Stephania longa</i>	0.000	0.002
马齿苋科 Portulacaceae	马齿苋 <i>Portulaca oleracea</i>	0.000	0.004

## 2.2 对照样方与试验样方植物多样性比较

$\alpha$ -多样性指数独立样本  $T$  检验结果如图 1, 对照样方中 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Pielou 均匀度指数分别为 8.02、0.67、1.45 和 0.703, 试验样方种以上各值分别为 4.68、0.54、1.00 和 0.705; 除 Pielou 均匀度指数无差异外, 试验样方的其他  $\alpha$ -多样性指数均显著性低于对照样方 ( $P < 0.01$ ), 表明白花鬼针草入侵导致植物多样性指数和丰富度指数显著降低。

## 2.3 白花鬼针草与生物多样性的关系

### 2.3.1 白花鬼针草的重要值与生物多样性的关系

在试验样方内, 白花鬼针草的 IV 与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样

性指数存在显著负相关 ( $P < 0.001$ ), 即白花鬼针草入侵将降低当地植物群落物种多样性和丰富度。试验样方中白花鬼针草的重要值与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数拟合曲线如图 2 所示。

### 2.3.2 白花鬼针草的相对密度、相对盖度和相对高度与生物多样性的关系

在试验样方内, 白花鬼针草相对密度与 4 种  $\alpha$ -多样性指数之间均呈显著性负相关 ( $P < 0.01$ ), 随着白花鬼针草相对密度的增加, 群落多样性显著下降。试验样方中白花鬼针草的相对密度与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数拟合曲线如图 3A、B、C、D 所示。

在试验样方内, 白花鬼针草相对盖度与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数之间具有负相关关系 ( $P < 0.01$ ), 随着白花鬼针草相对盖度上升, 群落丰富度指数和多样性指数显著下降, Pielou 均匀度指数亦与相对盖度

无相关关系 ( $P > 0.05$ )。试验样方中白花鬼针草的相对盖度与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数拟合曲线如图 3E、F、G、H 所示。

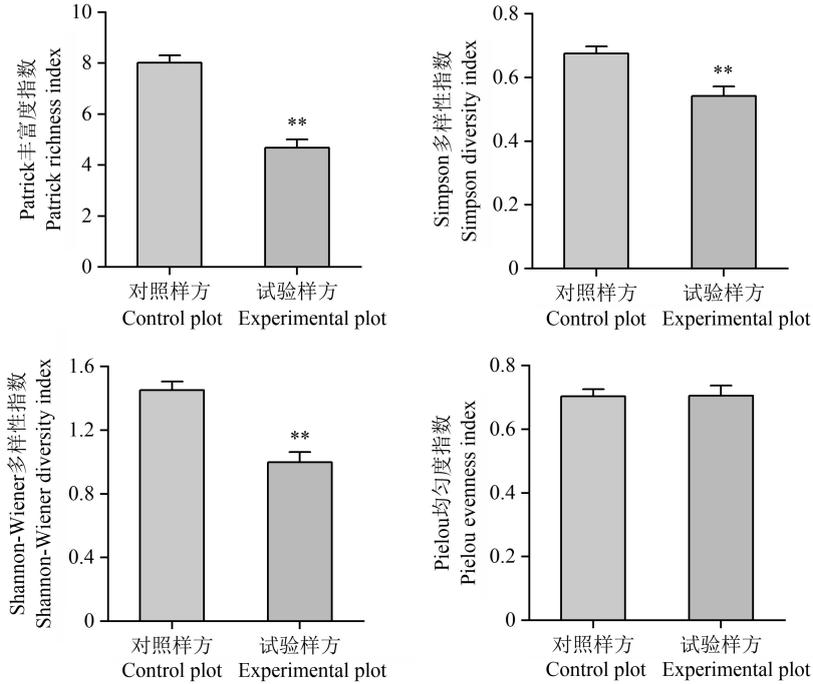


图 1 对照样方和试验样方的多样性指数比较

Fig.1 Comparison of diversity indices between the control and invaded communities

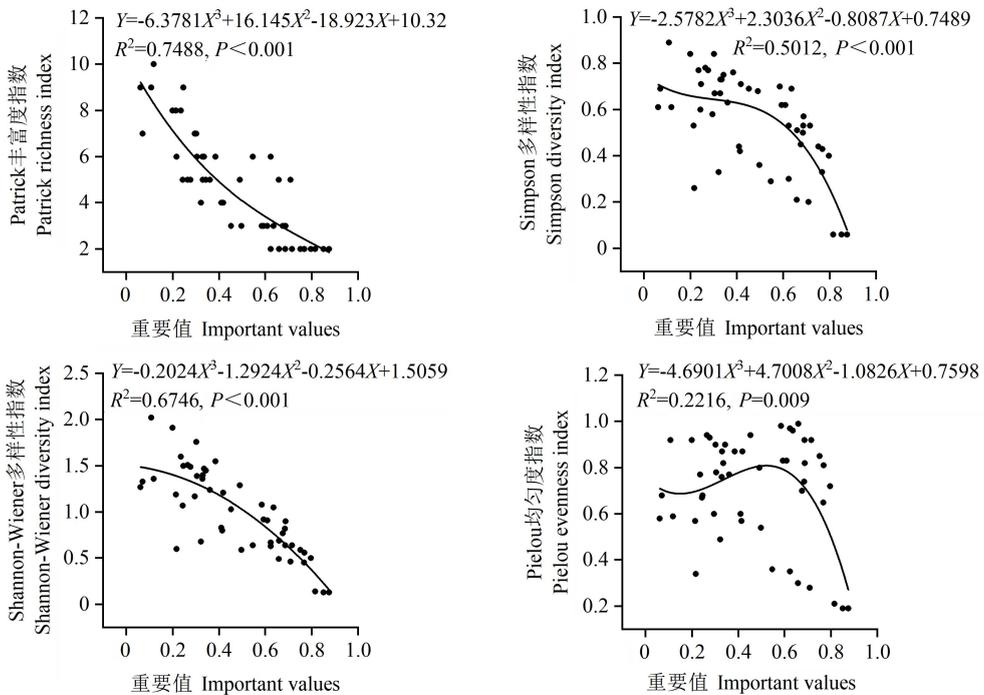


图 2 白花鬼针草重要值与多样性指数的回归拟合

Fig.2 Regression between important values of *B. alba* and species diversity indices

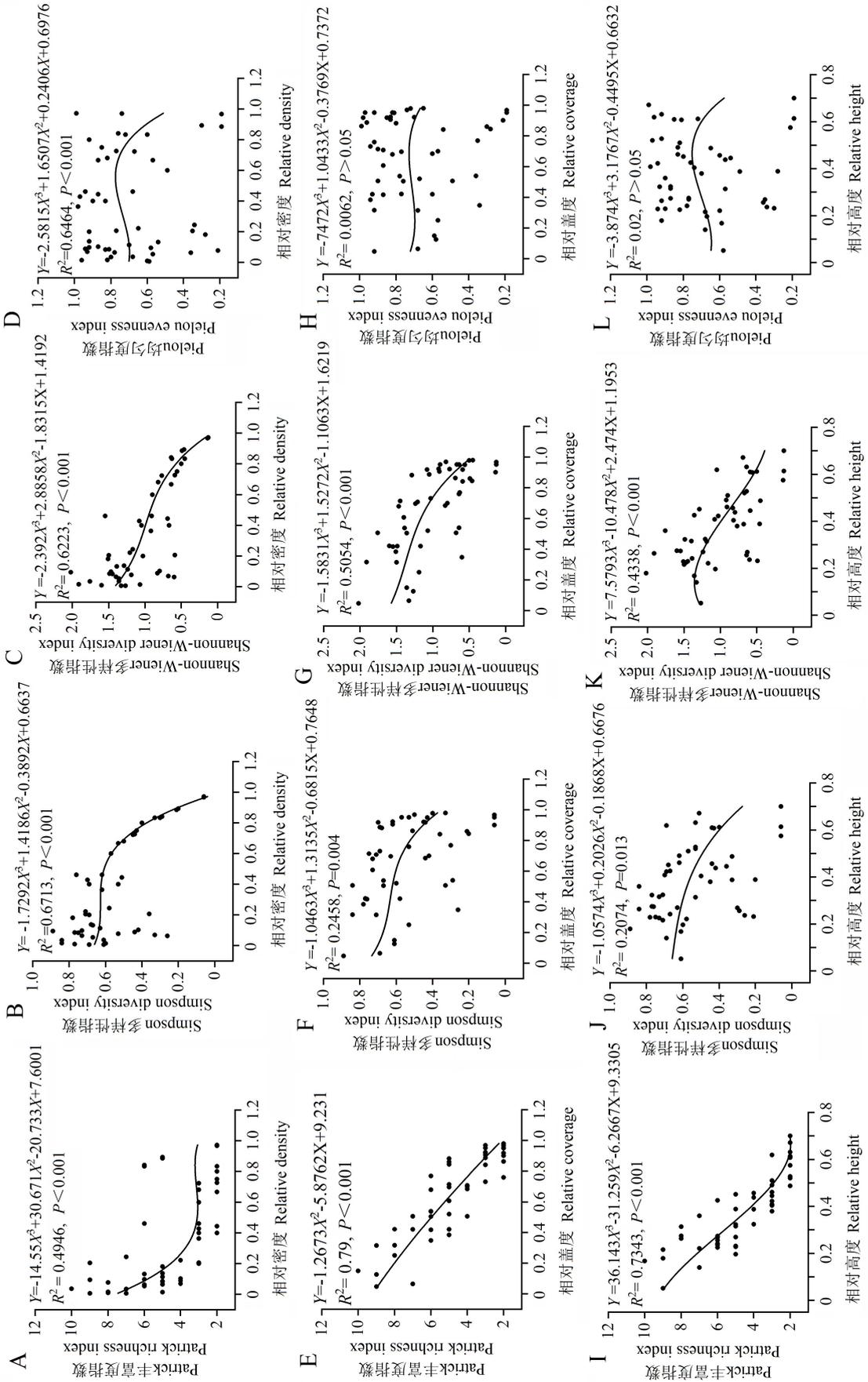


图3 白花鬼针草形态特征与多样性指数的回归拟合

Fig. 3 Regression between morphological characteristics of *B. alba* and species diversity indices

在试验样方内,白花鬼针草相对高度与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数和 Shannon-Wiener 多样性指数与之间具有负相关关系( $P < 0.01$ ),随着白花鬼针草相对高度上升,群落丰富度指数和多样性指数显著下降, Pielou 均匀度指数与相对高度无相关关系( $P > 0.05$ )。试验样方中白花鬼针草的相对高度与 Patrick 丰富度指数、Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数、Pielou 均匀度指数拟合曲线如图 3I、J、K、L 所示。

### 3 讨论与结论

本研究表明,白花鬼针草入侵后,植物群落组成显著改变,植物群落结构由胜红蓟+假臭草+牛筋草为建群种变为以白花鬼针草+马唐+牛筋草为建群种;物种丰富度降低,入侵样地比对照样地减少 41 种,破坏了原有群落结构。随着白花鬼针草重要值增加、多样性指数减少,植物群落朝着以白花鬼针草为主导地位的单优种群演变。

外来植物具有极强的入侵能力,可快速占领生境,改变植物群落中物种的分布格局(郭英姿等, 2022)。本研究发现,在白花鬼针草未入侵样地中,共发现植物 104 种,而在入侵样地中,仅有 63 种,比白花鬼针草未入侵样地减少了 39%。说明白花鬼针草降低了植物群落物种丰富度,这与前人研究结果相似。如:白茅 *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. 入侵后物种总数比未入侵样地低 65%;空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb. 入侵后乡土植物群落中 44.9% 的物种消失(郭连金等, 2009; Fahey *et al.*, 2018)。此外,本研究表明,白花鬼针草入侵后假臭草、胜红蓟和阔叶丰花草 *Spermacoce alata* Aublet 等的 IV 显著降低;马唐、空心莲子草和薇甘菊等的 IV 显著升高。与对照相比,试验样方中双穗雀稗、白花蛇舌草、香膏萼距花等物种消失。这可能是由不同物种对植物的耐受性差异造成的(郭连金等, 2009)。马唐、空心莲子草和薇甘菊等本身为植物群落中的恶性杂草,耐受性相对较强。虽然假臭草、胜红蓟、阔叶丰花草和羽芒菊也属于入侵杂草(岳茂峰等, 2011),但是这些杂草相对来说较为低矮,对白花鬼针草的耐受性相对较弱。可见,白花鬼针草入侵将导致部分耐受性较差的植物在群落中消失。

物种多样性是影响群落动态和生态系统功能的重要因素(Wang *et al.*, 2022)。本研究结果表明,

白花鬼针草入侵后对照样方和试验样方的 Simpson 多样性指数、Shannon-Wiener 多样性指数和 Patrick 丰富度指数均有显著差异;白花鬼针草的重要值与多样性和丰富度均呈负相关,白花鬼针草入侵程度增加将导致植物群落多样性和丰富度降低。已有研究表明,白花鬼针草可通过化感作用抑制或排斥其他物种,严重影响植物群落的多样性(杜浩等, 2020),这与本研究结果相似。此外,本研究中均匀度指数呈“先升后降”的趋势,即白花鬼针草轻度入侵时,群落均匀度逐渐增加,随着入侵程度的增加,群落均匀度逐渐下降。白花鬼针草轻度入侵后物种均匀度上升可能是因为外来入侵种会改善土壤的理化性质等,但是其在入侵初期所占资源有限,反而使耐受性较强的物种数量增加,从而增大其均匀度(吴昊等, 2019)。相似的结果也出现在空心莲子草对植物群落的影响中,研究发现,虽然空心莲子草对乡土群落物种多样性指数影响显著,但只有当空心莲子草的重要值  $> 64.3$  时,空心莲子草的入侵才会显著影响植物均匀度(郭连金等, 2009)。

总体来看,白花鬼针草入侵减少了物种多样性,并形成单一优势种群群落,对植物群落产生了负效应。可见,白花鬼针草入侵对生态环境造成了极大的威胁,因此,有必要深入研究白花鬼针草的入侵机理,为其科学防控提供理论基础。

### 参考文献

- 陈君, 韦建华, 蔡少芳, 张宏健, 张小华, 梁文静, 伍善广, 2013. 白花鬼针草化学成分研究. 中药材, 36(3): 410-413.
- 杜浩, 只佳增, 资家文, 赵丽娟, 刘学敏, 2022. 白花鬼针草入侵对菠萝蜜园杂草群落演替的影响. 亚热带农业研究, 18(1): 59-63.
- 郭英姿, 贾文庆, 何松林, 王政, 2022. 花叶滇苦菜浸提液对 3 种花卉种子萌发和幼苗生长的化感作用. 草业学报, 31(9): 96-106.
- 郭连金, 徐卫红, 孙海玲, 乐婉, 梁煜萌, 2009. 空心莲子草入侵对乡土植物群落组成及植物多样性的影响. 草业科学, 26(7): 137-142.
- 何报作, 曾静, 韦郃, 陆桂枝, 廖月葵, 2009. 鬼针草与易淆品白花鬼针草的叶形态——脉序图谱鉴别特征. 中国中药杂志, 34(20): 2559-2563.
- 纪璇, 周光现, 袁裕珊, 黎嘉杰, 阳帆, 林红英, 陈进军, 陈志宝, 康丹菊, 2021. 白花鬼针草三种提取液成分预试及其抗

- 氧化和抗菌活性研究. 家畜生态学报, 42(12): 79-86.
- 纪红, 尹爱国, 岳茂峰, 周天, 2021. 阔叶丰花草对荔枝园杂草群落特征及物种多样性的影响. 生物安全学报, 30(2): 150-155.
- 姜倪皓, 曹尘, 张诗函, 2022. 紫茎泽兰入侵对哀牢山森林植物物种多样性的影响. 农业灾害研究, 12(5): 7-9.
- 罗娅婷, 王泽明, 崔现亮, 赵利坤, 王桔红, 罗银玲, 2019. 白花鬼针草的繁殖特性及入侵性. 生态学杂志, 38(3): 655-662.
- 田兴山, 岳茂峰, 冯莉, 杨彩宏, 杨红梅, 2010. 外来入侵杂草白花鬼针草的特征特性. 江苏农业科学(5): 174-175.
- 韦春强, 潘玉梅, 唐赛春, 林春华, 周超群, 2015. 入侵植物薇甘菊入侵广西壮族自治区的风险评估. 杂草科学, 33(1): 32-37.
- 韦春强, 潘玉梅, 唐赛春, 林春华, 刘明超, 2013. 不同光照和温度下白花鬼针草和金盏银盘种子萌发研究. 杂草科学, 31(4): 1-4.
- 吴昊, 杜奎, 李万通, 曹悦, 孔付萍, 赵冬, 2019. 空心莲子草入侵对豫南草本植物群落多样性及稳定性的影响. 草业科学, 36(2): 382-393.
- 余潇枫, 2022. 外来有害生物入侵与生物安全共治. 人民论坛(15): 22-25.
- 闫小红, 曾建军, 周兵, 王宁, 岳冬梅, 2019. 干旱胁迫对白花鬼针草异型瘦果萌发与幼苗生长的影响. 生态学杂志, 38(11): 3327-3334.
- 杨旭, 杨志玲, 左慧, 2008. 石蒜生长对杂草群落组成及物种多样性的影响. 热带亚热带植物学报, 16(3): 212-218.
- 袁明贵, 高启云, 徐志宏, 黄婷, 高彪, 张军丽, 彭新宇, 2018. 白花鬼针草两种提取物的抗炎活性比较研究. 黑龙江畜牧兽医(13): 167-169.
- 喻三鹏, 田茂娟, 张念念, 邱建生, 周倩, 班启明, 2022. 入侵植物紫茎泽兰在贵州的适生区预测. 中国森林病虫, 41(1): 1-7.
- 岳茂峰, 樊蓓莉, 田兴山, 冯莉, 周先叶, 李伟华, 2011. 广东省农业生态系统外来入侵植物的种类调查与危害评估. 生物安全学报, 20(2): 141-146.
- 岳茂峰, 冯莉, 崔焯, 张纯, 田兴山, 2016. 基于 MaxEnt 模型的入侵植物白花鬼针草的分布预测及适生性分析. 生物安全学报, 25(3): 222-228.
- 周志琼, 马永红, 2022. 母体干旱环境效应及种子成熟时间对白花鬼针草种子大小、萌发与出苗的影响. 应用与环境生物学报, 28(5): 1182-1189.
- 钟军弟, 周宏彬, 刘锴栋, 袁长春, 李先琨, 刘晚苟, 2016. 3 种菊科入侵植物白花鬼针草、胜红蓟和假臭草的种子生物学特性比较研究. 杂草学报, 34(2): 7-11.
- FAHEY C, ANGELINI C, FLORY S L, 2018. Grass invasion and drought interact to alter the diversity and structure of native plant communities. *Ecology*, 99(12): 2692-2702.
- IQBAL M F, LIU M C, IRAM A, FENG Y L, 2020. Effects of the invasive plant *Xanthium strumarium* on diversity of native plant species: a competitive analysis approach in North and Northeast China. *PLoS ONE*, 15(11): e0228476.
- GIEJSZTOWT J, CLASSEN A T, DESLIPPE J R, 2020. Climate change and invasion may synergistically affect native plant reproduction. *Ecology*, 101(1): e02913.
- PETER A, ŽLABUR J Š, ŠURIC J, VOCA S, PURGAR D D, PEZO L, VOCA N, 2021. Invasive plant species biomass—Evaluation of functional value. *Molecules*, 26(13): 3814.
- TATENDA R J, JACOBUS P P, STANFORD M, 2021. Allelopathic potential of green manure cover crops on germination and early seedling development of goose grass [*Eleusine indica* (L.) Gaertn] and Blackjack (*Bidens pilosa* L.). *International Journal of Agronomy*, 2021: 6552928.
- WANG C Y, CHENG H Y, WU B D, JIANG K, WANG S, WEI M, DU D L, 2020. The functional diversity of native ecosystems increases during the major invasion by the invasive alien species, *Conyza canadensis*. *Ecological Engineering*, 159: 106093.
- WANG X, WANG J, HU B, ZHENG W L, LI M, SHEN Z X, YU F H, SCHMID B, LI M H, 2022. Richness, not evenness, of invasive plant species promotes invasion success into native plant communities via selection effects. *Oikos*, 6: e08966.
- WU B D, ZHANG H S, JIANG K, ZHOU J W, WANG C Y, 2019. *Erigeron canadensis* affects the taxonomic and functional diversity of plant communities in two climate zones in the North of China. *Ecological Research*, 34(4): 535-547.
- YU Z F, JIANG X W, ZHENG H, ZHANG H B, QIAO M, 2022. Fourteen new species of foliar *Colletotrichum* associated with the invasive plant *Ageratina adenophora* and surrounding crops. *Journal of Fungi*, 8(2): 185-185.
- YUE M F, FLORY S L, FENG L, YE W H, SHEN H, TIAN X S, WANG Z M, 2017. Effects of extreme temperatures on the growth and photosynthesis of invasive *Bidens alba* and its native congener *B. biternata*. *Nordic Journal of Botany*, 35(3): 377-384.