

## 人工乔木群落对薇甘菊的防治效果\*

董笑懿<sup>1,4</sup> 许少嫦<sup>2</sup> 钟育灵<sup>3</sup> 何波祥<sup>4</sup>  
刘春燕<sup>2</sup> 李运龙<sup>5</sup> 李亭潞<sup>2</sup> 殷祚云<sup>1</sup>

(1. 仲恺农业工程学院 园艺园林学院, 广东 广州 510225; 2. 广东省森林资源保育中心, 广东 广州 510145;  
3. 惠州市国有汤泉林场, 惠州 博罗 516199; 4. 广东省林业科学研究院 / 广东省森林培育与保护利用重点实验室, 广东 广州 510520; 5. 惠州市林业科学研究所, 惠州 惠城 516001)

**摘要** 为了防治外来入侵物种薇甘菊 *Mikania micrantha* 的过度繁殖, 在惠州汤泉林场与惠城区试验地设置 16 个样方, 在人工除草 (包括全部薇甘菊) 后搭配种植主栽乔木 3 种, 套种 4 种类型乔木搭配, 并设置固定样方调查薇甘菊的生物量、盖度、密度及其周围种植的、野生的乔灌木植物生长量、盖度。研究表明: (1) 薇甘菊盖度与优势树种的总盖度呈负相关; (2) 薇甘菊盖度与  $\geq 1.5$  m 木本层植物的总盖度呈负相关; (3) 薇甘菊盖度与 Simpson 物种多样性呈正相关, 与 Simpson 物种均匀性指数呈负相关; (4) 薇甘菊盖度与 Shannon-Wiener 多样性和均匀性指数均呈负相关。(5) 薇甘菊盖度与其他植物总盖度呈显著正相关。试验表明, 植物群落内通过种植乔木达到增加群落郁闭度的方式对薇甘菊的防治有效。

**关键词** 薇甘菊; 植物群落; 重要值; 盖度; 生态位

中图分类号: S765 文献标志码: A 文章编号: 2096-2053 (2023) 01-0106-06

Effectiveness of Artificial Tree Communities against *Mikania micrantha*DONG Xiaoyi<sup>1,4</sup> XU Shaochang<sup>2</sup> ZHONG Yuling<sup>3</sup> HE Boxiang<sup>4</sup>  
LIU Chunyan<sup>2</sup> LI Yunlong<sup>5</sup> LI Tinglu<sup>2</sup> YIN Zuoyun<sup>1</sup>

(1. College of Horticulture and Landscape Architecture, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou, Guangdong 510225, China; 2. Guangdong Forest Resource Conservation Center, Guangzhou, Guangdong 510145, China; 3. State-owned Tangquan Forest Farm of Huizhou City, Bolou, Guangdong 516199, China; 4. Guangdong Academy of Forestry/Guangdong Provincial Key Laboratory of Silviculture, Protection and Utilization, Guangzhou, Guangdong 510520, China; 5. Forestry Research Institute of Huizhou City, Huizhou, Guangdong 516001, China)

**Abstract** 16 plots were put up in Huizhou Tangquan Forest Farm and Huicheng District to manage the invasive alien species *Mikania micrantha* excessive multiplication. Three primary trees were planted, four varieties of trees were interplanted, and fixed samples were placed after artificial weeding (containing all *M. micrantha*). Fang researched the biomass, coverage, and density of *M. micrantha* and the development and covering of natural trees, shrubs and grasses placed around them. According to preliminary research, (1) *M. micrantha* coverage was negatively correlated with the total cover of dominant tree species; (2) *M. micrantha* coverage was negatively correlated with the total cover of plants in the woody layer of  $\geq 1.5$  m; (3) The coverage of *M. micrantha* was favorably connected with Simpson species diversity and negatively correlated with Simpson species uniformity index; (4) The coverage of *M. micrantha* was negatively correlated with both

\* 基金项目: 广东省森林资源保育中心项目 (20191126)。

第一作者: 董笑懿 (1998—), 女, 在读硕士, 研究方向为风景园林植物应用、园林设计以及生态修复, E-mail: 1016060637@qq.com。

通信作者: 殷祚云 (1966—), 男, 教授, 主要从事生态学、林学和生物统计学研究, E-mail: yinzuoyun@163.com。

何波祥 (1966—), 男, 研究员, 主要从事森林培育研究, E-mail: heboxiang@163.com。

Shannon-Wiener diversity and uniformity indices; (5) The coverage of *M. micrantha* was significantly and positively correlated with the total cover of other plants. Experiment shows, it is effective to control *M. micrantha* by planting trees to increase the canopy density in the plant community.

**Key words** *M. micrantha*; plant community; important value; coverage; ecological niche

薇甘菊 *Mikania micrantha* 菊科 Asteraceae 假泽兰属 *Mikania* 多年生草本植物或灌木状攀缘藤本<sup>[1]</sup>, 是中国首批外来入侵物种<sup>[2]</sup>。原产于南美洲和中美洲地区, 早在 20 世纪 80 年代作为生物入侵种从深圳及珠三角地区蔓延<sup>[3]</sup>。薇甘菊入侵生态环境后, 作为优势种群通过攀援灌乔植物, 使之无法通过光合作用而死亡, 并与原有植物进行生态位竞争, 最终不断侵蚀农林业用地, 造成巨大经济损失<sup>[4-5]</sup>。为通过生态防治的手段对薇甘菊进行防治, 殷祚云<sup>[6]</sup> 等在深圳、东莞设置试验地, 采用种植当地适生乔灌草植物促进野生植物生长, 综合防治薇甘菊的技术方法<sup>[7-8]</sup>, 利用种间竞争原理, 通过人为干预群落得出薇甘菊生物量与其它植物总盖度的关系呈负相关, 即植物群落种的植物总盖度越大, 薇甘菊生物量越小<sup>[9-10]</sup>。本研究选定血桐 *Hernandia sonora*、阴香 *Cinnamomum burmannii*、幌伞枫 *Heteropanax fragrans* 等植物作为主栽树种, 以研究薇甘菊生物防治效果。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验概况

试验地位于惠州市的博罗县惠州市国有汤泉林场汤泉工区一林班中坑仔和惠城区龙丰街沙子坝两地。惠州市属亚热带季风地带, 气候温暖, 阳光充足, 热量丰富, 雨量充沛, 湿度较大, 雨热同季、干湿季节明显等特点。常年平均气候温度 21~22.7℃ 左右, 极端最高气温 39.7℃, 极端最低气温 -1.5℃, >0℃ 的积温为 7 703~8 097℃, >10℃ 年积温 7 287~7 804℃, 年日照时数为 1 611~2 444 h, 年均降水量为 1 883.7 mm, 全年无霜期为 305~350 d, 相对湿度为 80%<sup>[11]</sup>。

### 1.2 试验设计

试验选择血桐、阴香、幌伞枫作为薇甘菊严重危害林地全垦后林地生物防治建群优势种, 试验林分别于 2017 年和 2018 年 2 个年度营建。2017 年分别于汤泉林场和惠城区沙子坝营建各优势树种纯林试验林, 2018 年则在汤泉林场营

建以优势树种并配以红椎 *Castanopsis hystrix*、枫香 *Liquidambar formosana*、楠木 *Phoebe zhennan*、樟树 *Cinnamomum camphora*、火力楠 *Michelia macclurei*、格木 *Erythrophleum fordii*、木荷 *Schima superba*、青皮木 *Schoepfia jasminodora*、竹柏 *Podocarpus nagi* 等珍贵乡土阔叶树种作为辅助建群种的混交试验林。试验样营建概况详见表 1。

造林及抚育措施是, 按林皆伐后全清薇甘菊, 穴状整地, 采用苗高 50~80 cm 营养袋苗造林, 穴规格为 50 cm × 40 cm × 30 cm, 雨季造林。造林后连续 3 年秋冬季节按普通生产开展林分抚育, 即清杂、除草和培土、施肥。

### 1.3 调查方法

共 16 个样方, 其中纯林试验 3 组, 每组 2 个重复, 共 6 个样方, 混交林试验 4 组, 其中 3 组 3 个重复, 另一组以桉树为主栽树种设置一个重复, 共 10 个样方。在每试验区设置 1 个 20 m × 20 m 固定样方, 作为连续观测样地。2018—2020 年每年在秋冬季抚育之前开展试验调查。调查方法是首先踏查样方内所有物种, 然后调查样方高于 1.5 m 的野生及人工栽种的物种高度、地径、冠幅, 并在样方内 4 个角及中点设置 5 个 1.0 m × 1.0 m 的小样方, 调查其中的薇甘菊株数、盖度, 同时调查其中 1.5 m 以下植物 (含乔灌草幼苗) 的株数、高度和冠幅。

### 1.4 数据分析

采用样方植物群落数据, 通过 SPSS 软件和 EXCEL 软件进行统计以及散点图绘制, 计算物种丰富度  $S$  (样方内物种总数)、多度  $N$  (样方内植物个体总株数), 而基于信息论的 Shannon-Wiener 物种多样性 (Diversity) 和均匀性 (均匀度, Evenness, Equitability) 指数、基于概率论的 Simpson 物种多样性和均匀性指数的计算公式如下。

$$D_{sw} = -\sum_{i=1}^S P_i \log_2 P_i \dots\dots\dots (1)$$

表1 薇甘菊生物防治试验设计  
Table 1 Design of *M. micrantha* biological control experiment

项目 Item	纯林试验一 Single forest experiment one			混交林试验二 Single forest experiment two			
造林年度 Planting annual	2016			2018			
优势树种 Edge species	阴香	幌伞枫	血桐	阴香、幌伞枫、血桐			桉树
辅助建群 树种 Auxiliary group tree species	—	—	—	红锥、枫 香、楠木	樟树、火力 楠、格木	木荷、青 皮、竹柏	木荷、樟树
配置比例 Planting proportion	—	—	—	3: 1: 1: 1	5: 2: 2: 1	5: 2: 2: 1	3: 1: 1
造林密度 Afforestation density	1.5 m × 2.0 m (222 株 /667 m <sup>2</sup> )						
面积 Area	20 × 667 m <sup>2</sup>	20 × 667 m <sup>2</sup>	20 × 667 m <sup>2</sup>	30 × 667 m <sup>2</sup>	30 × 667 m <sup>2</sup>	30 × 667 m <sup>2</sup>	30 × 667 m <sup>2</sup>
重复 Repeat	2	2	2	3	3	3	1

$$E_{sw} = \frac{D_{sw}}{\log_2 S} \dots\dots\dots(2)$$

$$D_{Sim} = 1 - \sum_{i=1}^s P_i^2 \dots\dots\dots(3)$$

$$E_{Sim} = \frac{D_{Sim}}{1 - 1/S} \dots\dots\dots(4)$$

式(1)~(4)中,  $D_{sw}$ 、 $E_{sw}$  分别表示 Shannon-Wiener 多样性和均匀性指数,  $D_{Sim}$ 、 $E_{Sim}$  分别为 Simpson 多样性和均匀性指数;  $S$  为样方中物种总数,  $P_i$  是指第  $i$  个物种多度(个体数)占所有物种总多度的比例。

乔木植物盖度计算通过计算样方内植物冠幅大小, 将相同种类的乔木冠幅面积相加, 乔木冠幅的面积之和与样地面积占比从而得出乔木植物盖度<sup>[12]</sup>。

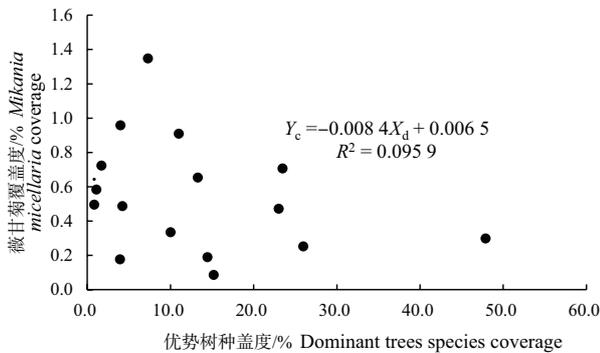


图1 薇甘菊覆盖度与优势树种盖度的关系

Fig.1 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the coverage of dominant trees species

## 2 结果与分析

### 2.1 薇甘菊覆盖度与其他指数的影响

薇甘菊盖度与优势树种(样方内重要值最高)的总盖度呈负相关, 决定系数  $R^2=0.0208$ 。薇甘菊覆盖度与优势树种盖度的直线回归方程为:

$$Y_c = -32.096X_d + 59.763, R^2 = 0.0208, n=16 \dots\dots\dots(5)$$

式5中  $Y_c$  为  $1\text{ m} \times 1\text{ m}$  样方内薇甘菊盖度,  $X_d$  为优势树种总盖度,  $R^2$  为决定系数,  $n$  为样方数。

薇甘菊盖度与样方内乔木的总盖度呈负相关, 决定系数  $R^2=0.0732$ 。薇甘菊覆盖度与乔木盖度的直线回归方程为:

$$Y_c = -0.008X_{ac} + 0.0066, R^2 = 0.0732, n=16 \dots\dots\dots(6)$$

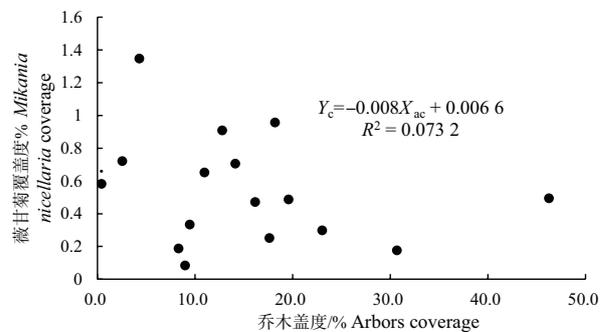


图2 薇甘菊覆盖度与乔木盖度的关系

Fig.2 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the coverage of arbors

式 6 中  $Y_c$  为 1 m × 1 m 样方内薇甘菊盖度,  $X_{ac}$  为乔木总盖度,  $R^2$  为决定系数,  $n$  为样方数。

薇甘菊盖度与样方内灌木的总盖度呈显著正相关, 决定系数  $R^2=0.4103$ 。薇甘菊覆盖度与灌木盖度的直线回归方程为:

$$Y_c = 0.015 1X_{sc} + 45.751, R^2 = 0.008 3, n = 16 \dots\dots\dots(7)$$

式 7 中  $Y_c$  为 1 m × 1 m 样方内薇甘菊盖度,  $X_{sc}$  为灌木总盖度,  $R^2$  为决定系数,  $n$  为样方数。

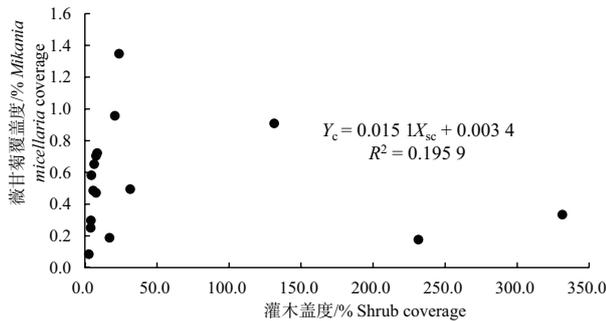


图 3 盖度与灌木盖度的关系

Fig.3 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the coverage of shrubs

在汤泉林场试验地, 薇甘菊盖度与 ≥ 1.5 m 木本层植物 (包括人工种植的血桐、阴香、幌伞枫、桉树以及野生山麻黄等) 的总盖度呈非显著负相关 (图 2), 直线回归方程为:

$$Y_c = -0.108 6X_a + 58.156, R^2 = 0.003 4, n = 16 \dots\dots\dots(8)$$

式 8 中  $X_a$  为 ≥ 1.5 m 木本层物种丰富度, 其他意义同上。

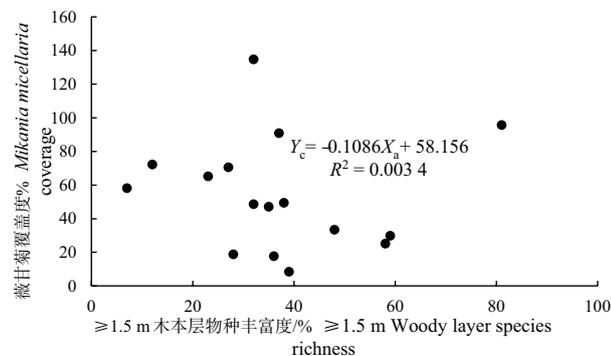


图 4 薇甘菊覆盖度与 ≥ 1.5 m 木本层物种丰富度的关系

Fig. 4 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the species richness of the woody layer ≥ 1.5 m

汤泉林场试验地在造林 3 年后, 除以前种植的血桐、阴香、幌伞枫、桉树和少量野生的乔灌树种如山黄麻 *Psilopeganum sinense*、枫香、青皮木、山乌柏 *Sapium discolor*、红锥、蔓生莠竹 *Mi-*

*crostegium vagans*、野葛 *Pueraria lobata* 外, 野生乔灌树种数量和种类也在迅速增长, 如银柴 *Aporosa dioica*、割鸡芒 *Hypolytrum*、猴耳环 *Archidendron clypearia*、棕叶狗尾草 *Setaria palmifolia*、牛白藤 *Hedyotis hedyotidea*、弓果黍 *Cyrtococcum patens*、马缨丹 *Lantana camara*、海金沙 *Lygodium japonicum* 等野生草本植物也旺盛生长。研究表明, 薇甘菊覆盖度与灌木草本层物种丰富度呈极显著正相关 (图 3), 直线回归方程为:

$$Y_c = 0.960 6X_s + 6.53, R^2 = 0.182 7, n = 16 \dots\dots\dots(9)$$

式 9 中  $X_s$  为 < 1.5 m 灌木草本层物种丰富度, 其他意义同上。

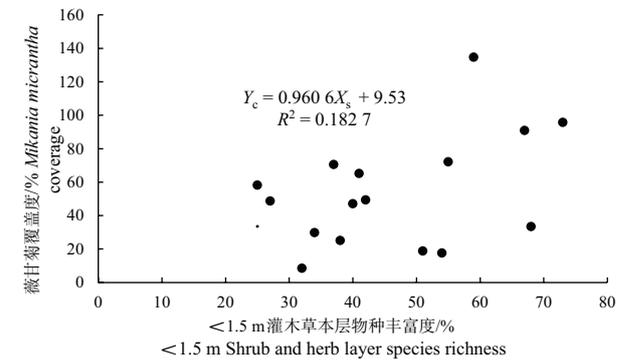


图 5 薇甘菊覆盖度与 < 1.5 m 灌木草本层物种丰富度的关系

Fig.5 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the species richness of the shrub herb layer < 1.5 m

综合样方内薇甘菊覆盖度与所有植物的物种丰富度呈正相关:

$$Y_c = 0.236 8X_{as} + 34.379, R^2 = 0.037 5, n = 16 \dots\dots\dots(10)$$

式 10 中  $X_{as}$  为乔灌木物种丰富度, 其他意义同上。

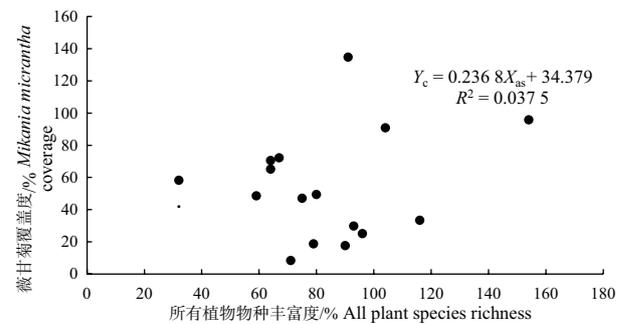


图 6 薇甘菊覆盖度与所有植物物种丰富度的关系

Fig.6 Relationship between *M. micrantha* coverage and all plant species richness

### 2.2 物种均匀性和多样性对薇甘菊覆盖度的影响

薇甘菊盖度与 Shannon-Wiener 物种多样性的直线回归方程为:

$$Y_c = 1.9209 X_{D_{sw}} + 45.737, R^2 = 0.0023, n = 16 \dots\dots\dots (11)$$

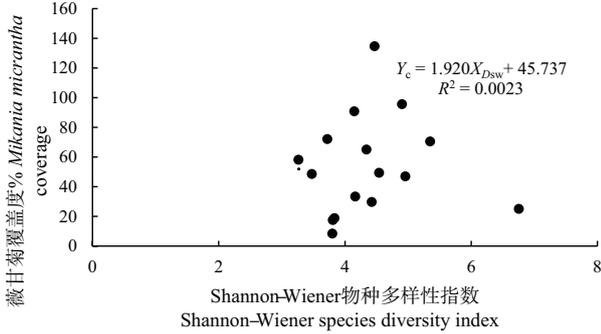


图 7 薇甘菊覆盖度与 Shannon-Wiener 物种多样性指数的关系

Fig. 7 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the Shannon-Wiener species uniformity index

薇甘菊盖度与 Shannon-Wiener 物种均匀性的直线回归方程为:

$$Y_c = -8.3647 X_{E_{sw}} + 60.13, R^2 = 0.0022, n = 16 \dots\dots\dots (12)$$

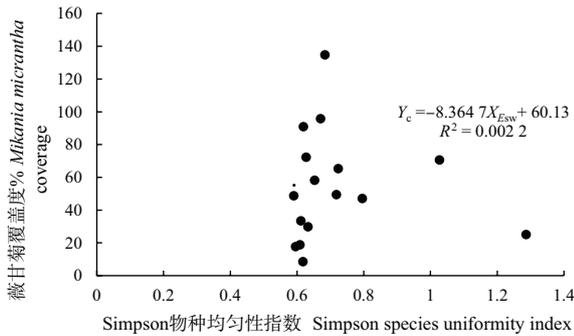


图 8 薇甘菊覆盖度与 Shannon-Wiener 物种均匀性指数的关系  
Fig. 8 The relationship between the coverage of *M. micrantha* and the Shannon-Wiener species uniformity index

薇甘菊盖度与 Simpson 物种多样性的直线回归方程为:

$$Y_c = 57.119 X_{D_{sim}} + 4.5069, R^2 = 0.0596, n = 16 \dots\dots\dots (13)$$

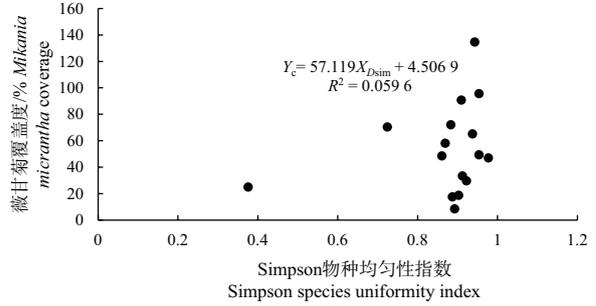


图 9 薇甘菊盖度与 Simpson 物种多样性的关系  
Fig.9 Relationship between *Mikania micrantha* cover and Simpson Species Diversity uniformity

薇甘菊盖度与 Simpson 物种均匀性的直线回归方程为:

$$Y_c = 26.403 X_{E_{sim}} + 32.072, R^2 = 0.0338, n = 16 \dots\dots\dots (14)$$

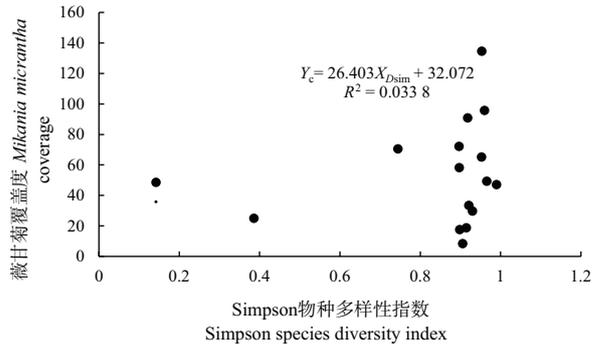


图 10 薇甘菊盖度与 Simpson 物种均匀性的关系  
Fig.10 Relationship between *M. micrantha* cover and Simpson species uniformity

式 (11) ~ (14) 中,  $X_{D_{sw}}$  为 Shannon-Wiener 物种多样性指数,  $X_{E_{sw}}$  为 Shannon-Wiener 物种均匀性指数,  $X_{D_{sim}}$  为 Simpson 物种多样性指数,  $X_{E_{sim}}$  为 Simpson 物种均匀性指数, 其他意义同上。

### 3 结论与讨论

样方内乔木植物的盖度与薇甘菊覆盖度呈显著负相关, 样方内乔木植物的盖度越大, 则阻挡林地内的更多光照, 减少薇甘菊生长所需光照, 从而控制薇甘菊的生长。样方内灌木植物的盖度与薇甘菊覆盖度呈正相关, 可能与实验前期灌木植物数量未能及时占领生态位以及对薇甘菊光照遮蔽难以达到一定程度的影响, 因此灌木无法与薇甘菊形成竞争关系, 导致其对薇甘菊防治不明

显效果。

根据我们试验初期的结果反馈,样方内物种数量与薇甘菊覆盖度并没有呈显著负相关,初步推断在试验初期,植物群落内物种个体数以及盖度不够大,未能及时占领前期种植而导致空出的生态位,在薇甘菊生物防治过程中需要应用当地适生植物造林,并在前期进行植物群落的人工养护,达到短期内提高群落郁闭度的效果。

在薇甘菊盖度与 Shannon-Wiener 物种均匀性指数呈负相关,是由于其他本土植物相对均匀地分布在林地,即相对均匀地占据了林地营养空间以及生态空位,使薇甘菊等外来植物无法入侵或定居。

而薇甘菊盖度与 Simpson 物种均匀性指数却呈正相关,出现此现象是基于两种指数分别从信息论与概率论角度出发而有所差异,Shannon-Wiener 指数基于信息论进行计算,Simpson 基于概率论进行计算,所以薇甘菊覆盖度与物种均匀性指数从概率论角度呈正相关,从信息论角度呈负相关。

生态位的空间定义分为地面与空间两种,从空间上来说, $\geq 1.5$  m 的乔木层盖度越大,遮蔽的阳光越多,越有利于营造林下层不适宜薇甘菊生长的环境,从地面上来说,植被多样性越丰富,越多 $< 1.5$  m 的灌木草本植物生长,越有利于占据更多的伏地空间,占据生态位的优势,从而达到防止薇甘菊,使之无法入侵蔓延。

薇甘菊覆盖度与 Shannon-Wiener 物种多样性和均匀性指数、Simpson 物种多样性和均匀性指数所呈相关性并不显著,主要受林地内乔灌木植物的分布以及生长影响,因此如果希望通过种植乔灌木、及时占据伏地空间从而达到防治薇甘菊的目的,需要在乔灌木植物生长期间加入人为防治等其他防治手段,确保灌木植物的生长能达到预期效果。

薇甘菊防治是一项周期性长,需要长期投入以及持续性观测的防治项目,短期内植物群落结构郁闭度生长未达到标准难见成效。

在植物群落造林的树种选择时注意乡土植物的选择,乡土树种具有适宜场地环境,生长速度快,能够更快速更好的达到造林要求,同时在种植的株行距选择上注意合理安排距离,可以分层排布,高大乔木层的种植距离以确保未来生长空间需要为主,林下小乔木的种植距离以覆盖灌木层为主。乔灌木的选择也尽量选取伞形树冠的常绿植物,提高植物群落的郁闭度。

乔木的郁闭度对薇甘菊的防治起到主要作用,灌木植物的物种丰富度易受除杂等不利生长要素的影响。在选择防治植物时,增加植物多样性,优先选用速生灌草植物,尽快占领生存环境的生态位,即便薇甘菊种子因风力、水流、动物、昆虫以及人类的活动而远距离传播,也会因为缺乏良好的生态位优势而无法进一步扩散繁殖。

**致谢:** 本研究由广东省林业科学研究院的连辉明、陈一群,仲恺农业工程学院的卢凯茵、马洁雯、崔榆欣、黄源丰、梁品航、闫成成、周颖驰、蔡世平等开展外业调查,外业调查中得到了国有汤泉林场杨金云、惠城区自然资源局廖战武等的大力支持,同时数据分析中得到仲恺农业工程学院卢凯茵、高艳芳、郑晓钟等的支持和帮助,谨此表示衷心感谢!

## 参考文献

- [1] 冯惠玲,曹洪麟,梁晓东,等.薇甘菊在广东的分布与危害[J].热带亚热带植物学报,2002(3): 263-270.
- [2] 梁素莲.薇甘菊的生物学特性及防治方法探讨[J].防护林科技,2009(1): 93-95.
- [3] 许少嫦,高亿波,林绪平,等.广东薇甘菊发生现状、防治和研究进展[J].广东林业科技,2013,29(4): 83-89.
- [4] 梁启英,咎启杰,王勇军,等.薇甘菊综合防治技术[J].中国森林病虫,2006(1): 26-30.
- [5] 郭欣,潘伟生,陈粤超,等.广东湛江红树林自然保护区及附近海岸互花米草入侵与红树林保护[J].林业与环境科学,2018,34(4): 58-63.
- [6] 殷祚云,李小川,何立平,等.薇甘菊生态防除研究初报[J].广东林业科技,2003(4): 17-22.
- [7] 殷祚云,曾令海,连辉明,等.次生林中物种引入与当地物种多样性关系研究[J].广东林业科学,2014,30(6): 15-19.
- [8] 李鸣光,张炜银,王伯荪,等.薇甘菊种子萌发特性的初步研究[J].中山大学学报(自然科学版),2002(6): 57-59.
- [9] 李鸣光,鲁尔贝,郭强,等.入侵种薇甘菊防治措施及策略评估[J].生态学报,2012,32(10): 3240-3251.
- [10] 邵华,彭少麟,刘运笑,等.薇甘菊的生物防治及其天敌在中国的新发现[J].生态科学,2002(1): 33-36.
- [11] 盛大勇,牛晓楠,邓仿东,等.惠州市惠城区古树资源健康状况评价[J].惠州学院学报,2018,38(6): 51-54.
- [12] 林冉,谭琳,陶玉柱,等.深圳市桉树相思改造乡土阔叶树种混交林林下草本群落特征研究[J].林业与环境科学,2021,37(6): 148-154.