

DOI: 10.20103/j.stxb.202508052030

钟宇恒, 赖凌轩, 章雅茗, 展超雨, 汪安童, 陈春晖, 陈世品, 刘宝. 福建君子峰自然保护区紫玉盘柯天然种群生态位及种间联结性. 生态学报, 2026, 46(10): - .

Zhong Y H, Lai L X, Zhang Y M, Zhan C Y, Wang A T, Chen C H, Chen S P, Liu B. Niche and interspecific associations of the natural population of the *Lithocarpus uvariifolius* in Junzifeng National Nature Reserve, Fujian Province, China. Acta Ecologica Sinica, 2026, 46(10): - .

## 福建君子峰自然保护区紫玉盘柯天然种群生态位及种间联结性

钟宇恒, 赖凌轩, 章雅茗, 展超雨, 汪安童, 陈春晖, 陈世品, 刘 宝\*

福建农林大学林学院, 福州 350002

**摘要:** 紫玉盘柯 (*Lithocarpus uvariifolius* (Hance) Rehder), 壳斗科柯属乔木, 其坚果富含淀粉, 具有重要的生态和经济价值。生态位与种间联结性反应了不同物种利用资源和适应环境的能力以及不同物种之间的协作与竞争的关系, 同时也客观反映现阶段群落稳定性。通过典型样地调查法在福建省君子峰自然保护区选取 11 个实验样地进行群落学调查, 对紫玉盘柯及其他优势乔木的生态位宽度 ( $B_L$ 、 $B_S$ )、生态位重叠值 ( $O_{ih}$ )、种间联结性以及群落稳定性进行分析。结果表明: 紫玉盘柯在群落中具有较大重要值 (1.505) 与生态位宽度 ( $B_L=6.996$ 、 $B_S=2.009$ ); 紫玉盘柯与其他优势物种之间组成的 21 个种对中,  $O_{ih} \geq 0.5$  的种对有 10 对, 优势树种间的生态重叠度相对较大; 通过卡方检验 ( $\chi^2$ )、联结系数 ( $AC$ ) 以及共同出现百分率 ( $PC$ ) 分析, 结果表明该群落中的紫玉盘柯与主要优势树种的关联不显著或更倾向于负联结; 优势树种的  $PC$  值与  $AC$  值与其对应的生态位重叠值存在极显著的正相关关系; 紫玉盘柯天然群落乔木层 Godron 稳定性指数曲线拟合方程与线性方程  $y=100-x$  的交点距离群落稳定点较远, 群落稳定性较差。研究建议: 通过疏伐高大乔木、建立小区域保护区等措施, 改善紫玉盘柯的生长环境, 提高群落稳定性。

**关键词:** 紫玉盘柯; 生态位; 种间联结; 群落稳定性

## Niche and interspecific associations of the natural population of the *Lithocarpus uvariifolius* in Junzifeng National Nature Reserve, Fujian Province, China

ZHONG Yuheng, LAI Lingxuan, ZHANG Yaming, ZHAN Chaoyu, WANG Antong, CHEN Chunhui, CHEN Shipin, LIU Bao\*

College of Forestry, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China

**Abstract:** *Lithocarpus uvariifolius* (Hance) Rehder, a tree species belonging to the genus *Lithocarpus* within the family *Fagaceae*, represents an outstanding edible wild plant. Its nuts are abundant in starch and hold significant ecological and economic value. Niche characteristics and interspecific associations serve as indicators of the capacity of different species to exploit resources and adapt to their environment, as well as to illustrate the cooperative and competitive dynamics among them. These factors also objectively mirror the prevailing stage of community stability. Employing the typical sample-plot survey method, we selected 11 experimental 20m  $\times$  20m plots (totaling 44 10m  $\times$  10m quadrats) within the Junzi Feng National Nature Reserve in Fujian Province to conduct a comprehensive community survey. Niche characteristics were quantified using the Levins' index ( $B_L$ ) and Shannon-Wiener index ( $B_S$ ) for niche width, and Pianka's index for niche overlap. Interspecific associations were assessed through Chi-square ( $\chi^2$ ) tests, the association coefficient ( $AC$ ), and the

基金项目: 福建君子峰国家级自然保护区关键植物物种监测研究 (KH220184A)

收稿日期: 2025-08-05; 网络出版日期: 2026-00-00

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: fafulb@163.com

percentage of co-occurrence ( $PC$ ). Our analysis focused on the niche width ( $B_L, B_S$ ), niche overlap value ( $O_{ih}$ ), interspecific associations, and community stability of *Lithocarpus wariifolius* alongside other dominant tree species. The findings reveal that *Lithocarpus wariifolius* exhibits a relatively high importance value (1.505, ranking 5th) and substantial niche widths ( $B_L=6.996, B_S=2.009$ , ranking 3rd among all dominant species) within the community. The analysis of niche overlap among the 22 dominant species (231 pairs) showed that 36.80% of pairs had a value greater than 0.5. Among the 21 species pairs formed by *Lithocarpus wariifolius* and other dominant species, 10 pairs demonstrate relatively high ecological overlap (Pianka's index  $\geq 0.5$ ) between the dominant tree species. Through Chi-square tests, association coefficient ( $AC$ ) analysis, and percentage of co-occurrence ( $PC$ ) analysis, the results indicate that the association between *Lithocarpus wariifolius* and the principal dominant tree species in this community is either insignificant or tends to be negative. A highly significant positive correlation exists between the  $PC$  and  $AC$  values of dominant tree species and their corresponding ecological niche overlap values. Furthermore, the intersection point between the Godron stability index curve fitting equation for the natural community of *Lithocarpus wariifolius* and the linear equation  $y=100-x$  is notably distant from the community stability point, suggesting suboptimal community stability. Overall, this study reveals the niche characteristics and interspecific associations of the *Lithocarpus wariifolius* community in the Junzifeng National Nature Reserve, filling a critical gap in the ecological research on this population. Based on these research findings, we propose the following recommendations: Enhancing the growth environment of *Lithocarpus wariifolius* and bolstering community stability through strategies such as tall trees thinning and small-scale protected areas establishment.

**Key Words:** *Lithocarpus wariifolius*; niche; interspecific associations; community stability

可食用野生植物指为人类消费而收获的自然生长的植物,对全球粮食安全起着至关重要的作用<sup>[1]</sup>,同时还能调节人体微量营养元素和其他营养元素之间的不平衡<sup>[2]</sup>。现如今全球气候的逐渐恶化,各类极端天气不断出现,给全球的农业生产带来了巨大的挑战<sup>[3]</sup>,Ana Težak Damijanić等<sup>[4]</sup>、Asfaw等<sup>[5]</sup>在研究中指出将可食用野生植物作为人类可持续使用的健康食物资源是必要的,尤其是淀粉含量高的可食用野生植物,是人类粮食的重要补充。研究表明,在不同地区的可食用野生植物的组成结构也不同,如在埃塞俄比亚东阿尔西地区阿尔西罗伯区,可食用野生植物中以灌木和乔木为主<sup>[6]</sup>;而在伊朗塞姆南省山区则是以草本植物为主<sup>[7]</sup>。目前针对可食用野生植物的研究主要集中在化学成分<sup>[8]</sup>、运输技术<sup>[9]</sup>、民族植物学<sup>[10]</sup>等领域。鲜见从生态学角度对具体地区的可食用野生植物种群进行研究。

生态位指种群在生态系统中的时空位置及其与相关种群间的功能关系<sup>[11]</sup>,种间联结指不同物种之间的相互作用和空间关系<sup>[12]</sup>。在时间和空间尺度上,生态位与种间联结性能够反应了不同物种利用资源和适应环境的能力以及不同物种之间的协作与竞争的关系<sup>[13]</sup>。Hu等<sup>[14]</sup>指出对植物生态位研究可以预测种群变化,并揭示在群落集结期间植物替代的机制。Van Quy等<sup>[15]</sup>在研究中指出物种的种间关系能让我们对植物群落结构、功能、分类学及共存机制有更好的理解。因此,对物种的生态位和种间联结特性进行研究,有利于我们保护和管理该野生物种。

紫玉盘柯(*Lithocarpus wariifolius* (Hance) Rehder),为壳斗科柯属乔木,主要分布于中国的福建省、广东省及广西省,生长于海拔 800 m 以下山地常绿阔叶林中,喜好湿润气候<sup>[16]</sup>;紫玉盘柯坚果富含淀粉,煮熟后可食用,嫩叶经制作后可作茶叶,有清凉解热等功效,是优良的可食用野生淀粉植物<sup>[17]</sup>。目前,未见对天然紫玉盘柯群落物种生态位和种间联结性的研究报道。本研究拟通过紫玉盘柯群落优势物种的生态位、种间联结等来探索群落稳定性,为紫玉盘柯天然群落的群落结构、物种保护及管理提供理论参考。

## 1 研究区及研究方法

### 1.1 研究区概况

本研究以福建省君子峰国家级自然保护区(图 1)作为研究区。福建君子峰国家级自然保护区(26°19'

03"—26°39'18"N、116°47'21"—117°31'22"E)位于中国福建省三明市明溪县境内,地处于武夷山脉中段,同时位于中国东南部中亚常绿阔叶林地带,气候类型属于亚热带海洋性季风气候,研究区总面积为 18060.5hm<sup>2</sup>,年平均气温 18.0℃,年均降水量 1713mm。研究区境内植物资源多样,维管束植物达 1761 种,隶属 184 科、739 属,生长多种国家级保护植物如南方红豆杉(*Taxus wallichiana* var. *mairei* (Lemee & H. Lévillé) L. K. Fu & Nan Li)、闽楠(*Phoebe bournei* (Hemsl.) Yen C. Yang)等。

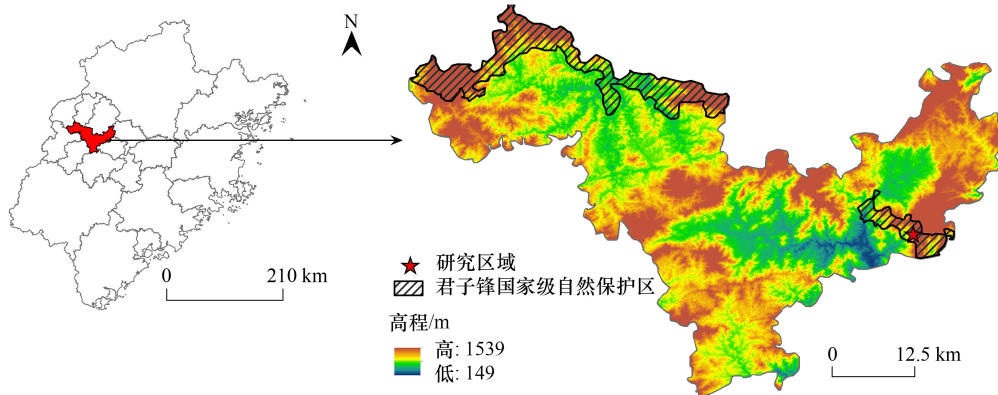


图 1 福建省君子峰国家级自然保护区及研究区域位置

Fig.1 Location of Fujian Province's Junzifeng National Nature Reserve and Research Area

## 1.2 样地设置

本研究在研究区全面踏查的基础上,通过典型样地法在研究区内选取 11 个紫玉盘柯相对集中、生长状况良好的区域(见图 2)作为实验样地进行群落学调查。每个实验样地为 20m×20m 的正方形区域,在每个实验样地中选取边缘中点,再设置 4 个 10m×10m 相邻的样方,共计 44 个样方。调查并记录每个样方的物种名称、胸径、高度、冠幅及株数等。11 个样地的生境信息记录见表 1。

## 1.3 数据处理方法

通过刘益鹏等<sup>[18]</sup>方法计算研究区各种乔木的重要值,筛选出重要值前 22 的优势乔木进行生态位和种间联结的分析,利用 Shannon 指数( $B_s$ )<sup>[19]</sup>和 Levins 指数( $B_L$ )<sup>[20]</sup>计算优势种生态位宽度,通过 Pianka 指数( $O_{ih}$ )<sup>[21]</sup>计算物种间生态位重叠值,利用卡方检验( $\chi^2$ )、联结系数( $AC$ )和共同出现百分率( $PC$ )联合分析种间联结性<sup>[22]</sup>。采用郑元润的方法<sup>[23]</sup>改进的 Godron

稳定性指数法测定群落稳定性,对群落中乔木层所有种类按照相对频度由大到小排序,将乔木层种总数倒数累计百分比与相对频度累计百分比进行对应,采用散点图平滑曲线模拟一元二次方程与线性方程  $y = 100 - x$  的交点坐标,计算交点与群落稳定点<sup>[24]</sup>(20, 80)的距离,距离越近,群落越稳定。使用 IBM SPSS Statistics 26 和 Python 3.12 进行卡方检验、联结系数和共同出现百分率的计算,使用 Origin 2024 绘制生态位重叠值热图、 $AC$ 值、 $PC$ 值与  $O_{ih}$ 之间的线性回归图以及 Godron 稳定性指数拟合曲线图。

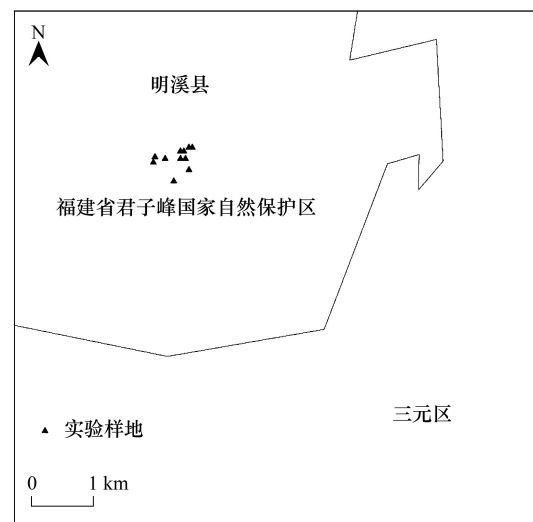


图 2 研究区紫玉盘柯群落实验样地位置

Fig.2 Plot location of *Lithocarpus uvarifolius* community for survey

表 1 调查样地生境信息

Table 1 Habitat information for survey sites

编号 No. of plot	经度 Longitude (E)	纬度 Latitude (N)	坡向 Slope	海拔 Altitude/m	郁闭度 Coverage	群落类型 Community type
P1	117°29'43"	26°21'22"	东	803	0.86	针阔混交林
P2	117°29'40"	26°21'20"	北	814	0.68	针阔混交林
P3	117°29'39"	26°21'22"	北	807	0.84	针阔混交林
P4	117°29'35"	26°21'19"	北	804	0.66	针阔混交林
P5	117°29'36"	26°21'18"	南	797	0.71	常绿针叶林
P6	117°29'38"	26°21'19"	北	799	0.79	常绿阔叶林
P7	117°29'48"	26°21'53"	东	805	0.72	针阔混交林
P8	117°29'50"	26°21'57"	东南	810	0.78	针阔混交林
P9	117°29'51"	26°21'73"	东北	808	0.71	常绿阔叶林
P10	117°29'53"	26°21'67"	东	811	0.74	常绿阔叶林
P11	117°29'55"	26°21'59"	东	802	0.77	常绿阔叶林

P:样地 Plot

(1) Levins 生态位宽度( $B_L$ ) 与 Shannon 生态位宽度( $B_S$ ):

$$B_L = 1 / \sum_{j=1}^r P_{ij}^2$$

$$B_S = - \sum_{j=1}^r P_{ij} \ln(P_{ij})$$

式中, $r$  为样方总数, $P_{ij} = n_{ij}/N_i$ ,  $P_{hj} = n_{hj}/N_h$ ,  $n_{ij}$  为物种  $i$  在样地  $j$  的重要值,  $n_{hj}$  为物种  $h$  在样地  $j$  的重要值。(3) 生态位重叠( $O_{ih}$ )

$$O_{ih} = \sum_{j=1}^r P_{ij} P_{hj} / \sqrt{\sum_{j=1}^r P_{ij}^2 \sum_{j=1}^r P_{hj}^2}$$

(4) 卡方检验( $\chi^2$ ):

$$\chi^2 = \frac{r (|ad-bc| - 0.5r)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

式中, $a$  为物种  $i$  与物种  $h$  同时出现的样方数, $b$  为物种  $i$  出现但物种  $h$  不出现的样方数, $c$  为物种  $i$  不出现但物种  $h$  出现的样方数, $d$  为物种  $i$  与物种  $h$  同时不出现的样方数。(5) 种间联结系数( $AC$ ):

$$ad \geq bc, AC = \frac{ad-bc}{(a+d)(b+d)}$$

$$ad < bc, d \geq a, AC = \frac{ad-bc}{(a+b)(a+c)}$$

$$ad < bc, d < a, AC = \frac{ad-bc}{(b+d)(c+d)}$$

式中,当  $AC$  越趋近于 1,表示两物种间正联结性越强;当  $AC$  越趋近于 0,表示两物种间无联结性;当  $AC$  越趋近于 -1,表示两物种间负联结性越强。(6) 共同出现百分率( $PC$ ):

$$PC = \frac{a}{a+b+c}$$

式中, $PC$  的值越趋近于 0,表示两物种间无联结性, $PC$  值越趋近于 1,表示物种间呈正联结。

## 2 结果与分析

### 2.1 优势乔木生态位宽度分析

通过表 2 可知,在重要值排序前 22 个树种中,甜槠的重要值最大为 6.312,占总重要值的 24.80%,榕叶冬青的重要值最小为 0.326,占总重要值的 1.28%,紫玉盘柯的重要值为 1.505,占比 5.91%,排名第 5;该群落中,甜槠的 Levins 指数  $B_L$  与 Shannon 指数  $B_S$  均为最大,分别为 10.756 和 2.387,榕叶冬青的  $B_L$  与  $B_S$  均为最小,分别为 1 和 0,此外绒毛小叶红豆 (*Ormosia microphylla* var. *tomentosa* R. H. Chang)、赤楠 (*Syzygium buxifolium* Hook. et Arn)、马尾松 (*Pinus massoniana* Lamb.) 的  $B_L$  和  $B_S$  也都相对较大;紫玉盘柯的  $B_L$  与  $B_S$  也相对较大,分别为 6.996 和 2.009,在所有种群中排名均为第 3 位。结果表明,紫玉盘柯在该群落中具有较大的重要值和生态位宽度。

表 2 优势植物重要值及生态位宽度

Table 2 Importance values and niche widths of dominant plants

编号 No. of plot	物种 Species	重要值 Importance value	生态位宽度 Niche widths	
			$B_L$	$B_S$
1	甜槠 ( <i>Castanopsis eyrei</i> (Champ.) Tutch.)	6.312	10.756	2.387
2	马尾松 ( <i>Pinus massoniana</i> Lamb.)	2.504	5.690	1.764
3	绒毛小叶红豆 ( <i>Ormosia microphylla</i> var. <i>tomentosa</i> R. H. Chang)	2.262	9.363	2.311
4	赤楠 ( <i>Syzygium buxifolium</i> Hook. et Arn)	1.714	5.759	1.828
5	紫玉盘柯 ( <i>Lithocarpus wariifolius</i> (Hance) Rehd.)	1.505	6.996	2.009
6	深山含笑 ( <i>Michelia maudiae</i> Dunn)	1.248	3.328	1.266
7	硬叶冬青 ( <i>Ilex ficifolia</i> C. J. Tseng ex S. K. Chen et Y. X. Feng)	1.184	4.600	1.727
8	栲 ( <i>Castanopsis fargesii</i> Franch.)	1.180	4.310	1.602
9	檫木 ( <i>Sassafras tzumu</i> (Hemsl.) Hemsl.)	0.952	5.527	1.830
10	杉木 ( <i>Cunninghamia lanceolata</i> (Lamb.) Hook.)	0.768	4.922	1.702
11	短尾越桔 ( <i>Vaccinium carlesii</i> Dunn.)	0.704	3.498	1.434
12	红皮糙果茶 ( <i>Camellia crapnelliana</i> Tutch.)	0.673	3.690	1.339
13	硬壳柯 ( <i>Lithocarpus hancei</i> (Benth.) Rehd.)	0.606	2.978	1.095
14	木荷 ( <i>Schima superba</i> Gardn. et Champ.)	0.559	4.253	1.534
15	浙江新木姜子 ( <i>Neolitsea aurata</i> (Hay.) Koidz. var. <i>chekiangensis</i> (Nakai) Yang et P. H. Huang)	0.537	3.566	1.324
16	峨眉鼠刺 ( <i>Itea omeiensis</i> C. K. Schneid.)	0.462	4.977	1.607
17	小果冬青 ( <i>Ilex micrococca</i> Maxim.)	0.456	4.994	1.609
18	华南桂 ( <i>Cinnamomum austrosinense</i> H. T. Chang)	0.404	1.524	0.527
19	黄丹木姜子 ( <i>Litsea elongata</i> (Wall. ex Nees) Benth. et Hook. f.)	0.380	2.591	1.025
20	野黄桂 ( <i>Cinnamomum jensenianum</i> Hand.-Mazz.)	0.366	2.717	1.049
21	青冈 ( <i>Cyclobalanopsis glauca</i> (Thunb.) Oerst.)	0.354	2.681	1.042
22	榕叶冬青 ( <i>Ilex ficoidea</i> Hemsl.)	0.326	1.000	0.000

$B_L$ : Levins 指数 Levins' index;  $B_S$ : Shannon 指数 Shannon-Wiener index

### 2.2 优势乔木生态位叠度分析

由图 3 可知,在本群落中 22 种优势植物共组成 231 个种对,生态位重叠值 ( $O_{ih}$ ) 均值为 0.373;  $O_{ih} > 0.50$  的种对有 85 对,占比 36.80%,  $0 < O_{ih} < 0.5$  的种对有 116 对,占比 50.22%,  $O_{ih} = 0$  的种对有 30 对,占比 12.98%,其中深山含笑-野黄桂 (0.978)、华南桂-榕叶冬青 (0.962)、甜槠-绒毛小叶红豆 (0.922)、硬叶冬青-青冈 (0.905) 的生态位重叠值较大;在紫玉盘柯与其他优势物种之间组成的 21 个种对中,  $O_{ih} \geq 0.5$  的种对有 10 对,其中紫玉盘柯-峨眉鼠刺 (0.841)、紫玉盘柯-红皮糙果茶 (0.811)、紫玉盘柯-檫木 (0.749) 的生态位重叠值

较大;  $O_{ih}=0$  的种对有 2 对, 分别是紫玉盘柯-野黄桂与紫玉盘柯-榕叶冬青。整体上, 优势树种间的生态重叠度相对较大; 紫玉盘柯与峨眉鼠刺、红皮糙果茶、檫木有着较大的生态位重叠度。

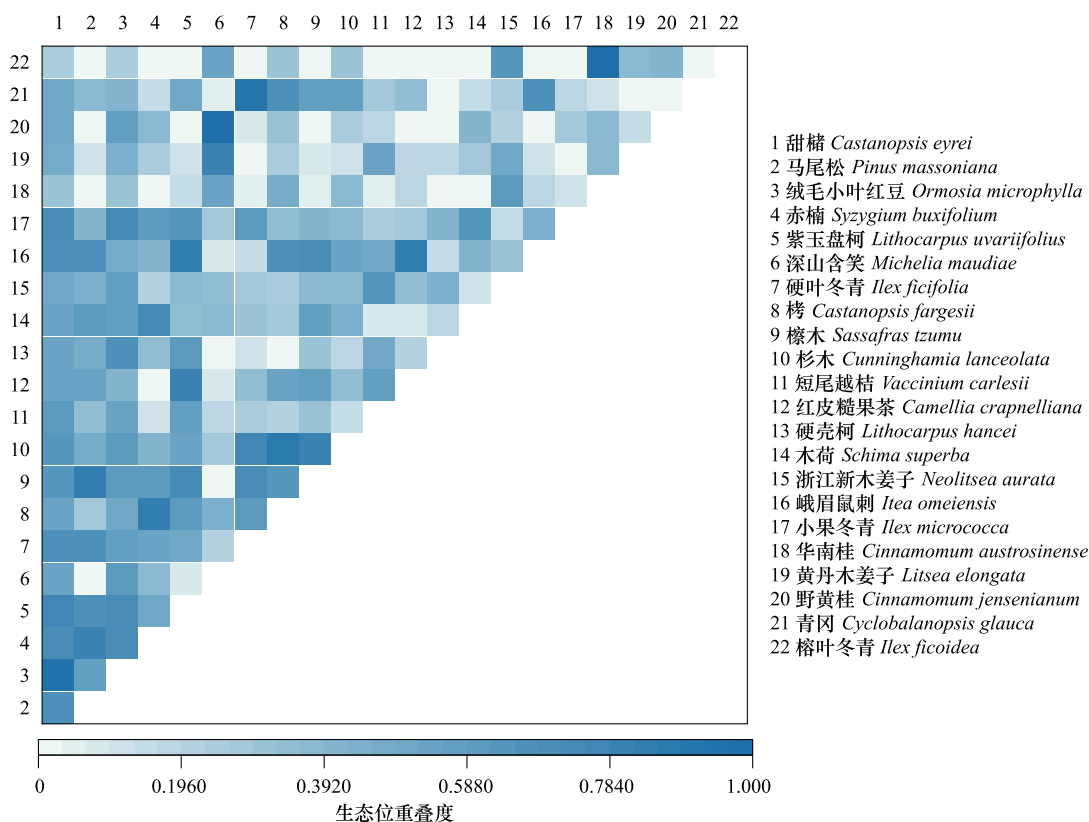


图 3 优势植物生态位重叠值

Fig.3 Dominant plant niche overlap values

### 2.3 种间联结分析

从表 3 可得, 紫玉盘柯与深山含笑的  $\chi^2$  大于 3.841 ( $P>0.05$ ) 外, 与其他优势树种的  $\chi^2$  均小于 3.841 ( $P>0.05$ ), 表明紫玉盘柯与大多数优势树种的联结不显著。从联结系数 ( $AC$ ) 可得, 与紫玉盘柯的正联结的优势树种有 10 种, 占主要优势树种的 47.62%, 负联结的优势树种有 11 种, 占主要优势树种的 53.38%。 $|AC|>0.6$  的优势树种仅有 5 种, 占比 23.81%, 其中仅甜槠为紧密正联结, 深山含笑、华南桂、野黄桂、榕叶冬青为紧密负联结。从共同出现百分率 ( $PC$ ) 可知, 紫玉盘柯与 21 种优势树种的共同出现百分率均小于 0.5。研究结果表明, 该群落中的紫玉盘柯与主要优势树种的关联不显著或偏向负联结。

### 2.4 生态位重叠值回归分析

将 21 种优势树种与紫玉盘柯间的共同出现百分率 ( $PC$ ) 和种间联结系数 ( $AC$ ) 分别与对应的生态位重叠值进行线性回归分析。由线性回归图 (见图 4 与图 5) 可知, 优势树种的  $PC$  值与  $AC$  值与其对应的生态位重叠值存在极显著的正相关关系 ( $P<0.001$ ), 即 21 个优势树种与紫玉盘柯之间的  $PC$  值或  $AC$  值越大, 两物种间的生态位重叠度越大。

### 2.5 群落稳定性分析

如图 6 所示, 紫玉盘柯天然群落乔木层 Godron 稳定性指数曲线拟合方程为  $y = -0.011x^2 + 1.8649x + 23.5988$ , 与线性方程  $y = 100 - x$  的交点为 (30.47, 69.53), 距离群落稳定点 (20, 80) 相对较远。结果表明, 该群落稳定性较差。

表 3 优势乔木种间联结分析

Table 3 Analysis of interspecific associations among dominant tree species

物种 Species	$\chi^2$	种间联结系数 Association coefficient(AC)	共同出现百分率 Percentage of co-occurrence(PC)
甜槠( <i>Castanopsis eyrei</i> )	0.783	1.000	0.439
马尾松( <i>Pinus massoniana</i> )	0.370	0.127	0.308
绒毛小叶红豆( <i>Ormosia microphylla</i> )	0.010	-0.068	0.314
赤楠( <i>Syzygium buxifolium</i> )	1.351	-0.321	0.161
紫玉盘柯( <i>Lithocarpus uvariifolius</i> )	5.509	-0.796	0.034
深山含笑( <i>Michelia maudiae</i> )	0.079	-0.185	0.154
硬叶冬青( <i>Ilex ficifolia</i> )	0.166	0.083	0.250
栲( <i>Castanopsis fargesii</i> )	0.033	0.049	0.182
檫木( <i>Sassafras tzumu</i> )	0.093	0.009	0.136
杉木( <i>Cunninghamia lanceolata</i> )	0.033	0.049	0.182
短尾越桔( <i>Vaccinium carlesii</i> )	0.285	0.075	0.190
红皮糙果茶( <i>Camellia crapnelliana</i> )	1.882	0.141	0.250
硬壳柯( <i>Lithocarpus hancei</i> )	0.002	-0.185	0.091
木荷( <i>Schima superba</i> )	0.002	-0.185	0.091
浙江新木姜子( <i>Neolitsea aurata</i> )	0.093	0.009	0.136
峨眉鼠刺( <i>Itea omeiensis</i> )	1.137	0.115	0.211
小果冬青( <i>Ilex micrococca</i> )	0.783	-1.000	0.000
华南桂( <i>Cinnamomum austrosinense</i> )	0.278	-0.511	0.045
黄丹木姜子( <i>Litsea elongata</i> )	1.469	-1.000	0.000
野黄桂( <i>Cinnamomum jensenianum</i> )	0.021	-0.389	0.048
青冈( <i>Cyclobalanopsis glauca</i> )	0.219	-1.000	0.000

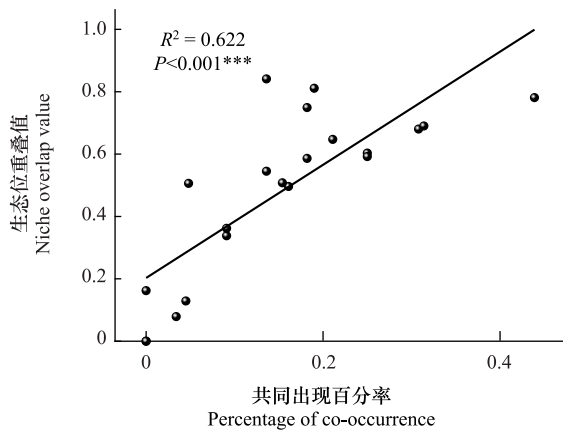


图 4 PC 与生态位重叠值回归分析

Fig.4 Regression analysis of PC values and niche overlap values

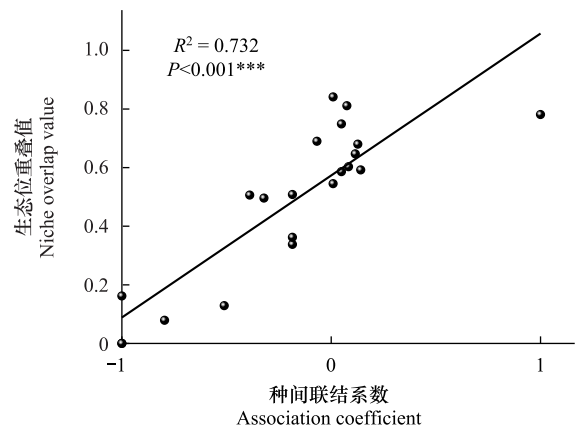


图 5 AC 与生态位重叠值回归分析

Fig.5 Regression analysis of AC values and niche overlap values

### 3 讨论

#### 3.1 紫玉盘柯种群生态位

Xing 等<sup>[25]</sup>在研究中指出生态位宽度能体现物种利用环境资源和适应环境的能力,生态位宽度越大的物种对于环境资源利用和环境适应的能力就越强。本研究中,紫玉盘柯的生态位宽度在 22 种主要优势树种中均排名第三(如表 2 所示),具有较大的生态位宽度,说明紫玉盘柯在该生境中有较强的资源竞争力,对群落稳定起着至关重要的作用。甜槠在实验样地中多为高大乔木,具有最大的重要值和生态位宽度,这表明壳斗

科作为建群种在资源利用上具有显著优势<sup>[26]</sup>,而本研究区中的紫玉盘柯大多为小乔木,资源竞争能力劣于同科的甜槠,这点也与重要值和生态位宽度的研究结果一致(甜槠与紫玉盘柯均属于壳斗科,但紫玉盘柯的重要值与生态位宽度与甜槠还存在差距)。邵彦清等<sup>[17]</sup>利用 MaxEnt 模型预测了紫玉盘柯在中国的潜在适生区,发现紫玉盘柯适宜生长在福建、广西及广东地区,并且有向高纬度高海拔地区扩展的趋势,这说明紫玉盘柯具备较宽生态位的潜在适应性。Suárez-Mota 等<sup>[27]</sup>、Costa-Pereira 等<sup>[28]</sup>认为生态位较宽的物种更容易产生较大的生态位重叠,对同等级资源的利用方式相似,在空间配置分布上具有更大的竞争潜力。当两个物种间的生态位重叠值超过 0.5 时,两个物种间的竞争就会显著增强<sup>[29]</sup>。本研究中,紫玉盘柯种群与其他种群间的生态位重叠值如图 1.所示,紫玉盘柯与峨眉鼠刺、红皮糙果茶、檫木的生态位重叠度较大,说明该群落中紫玉盘柯与峨眉鼠刺、红皮糙果茶的资源利用方式高度相似。同时这些树种与紫玉盘柯的生态位重叠值均大于 0.5,表明紫玉盘柯与这些树种之间可能存在较强烈的资源竞争现象。

### 3.2 紫玉盘柯群落种间关系

在植物群落的分类学研究及群落演替动态预测中,物种间的相互作用强度是评估物种间关联性和群落稳定性的关键参数<sup>[30]</sup>,种间联结体现不同种群在空间分布上的相互关联性,同时与生态位特征也密切相关<sup>[31]</sup>。群落中的物种组成越趋于完善和稳定,表明群落的成熟度越高,物种之间的关系也趋于正联结<sup>[13]</sup>。本研究通过卡方检验( $\chi^2$ )、联结系数(AC 值)以及共同出现百分率(PC 值)发现,紫玉盘柯与其他优势树种关联性较弱,种间关系松散,说明紫玉盘柯与大部分优势树种间未形成稳定的共生格局,这与王世彤等<sup>[32]</sup>的研究结果近似。特别地,在该生境下,通过卡方检验和联结系数发现紫玉盘柯与深山含笑之间呈现出显著负联结( $\chi^2 = 5.509, AC = -0.796$ ),但从共同出现百分率看,紫玉盘柯与深山含笑呈不显著联结( $PC = 0.034$ )。这可能是由于紫玉盘柯和深山含笑同时不出现的样方数所导致的偶然误差<sup>[33]</sup>。通过对 AC、PC 与生态位线性回归分析可知,AC、PC 与生态位重叠值呈极显著的正相关关系,表现为种间联结呈不显著负联结,紫玉盘柯与优势树种间的生态位重叠度较低。进一步说明紫玉盘柯与其他优势物种的种间关系松散,这与刘益鹏等<sup>[18]</sup>研究结果一致。

郁闭度影响着群落的光环境,改变了林下生态环境与小气候,从而对植物及其幼苗的生长发育产生影响<sup>[34]</sup>。在实地调查中,11 个实验样地的平均郁闭度为 0.75,最大可达 0.86,说明在该群落中植物间对光资源的竞争强度较大,同时整个群落乔木层的幼苗(胸径 $<4.0\text{cm}$ <sup>[35]</sup>)数量也极少,龄级出现断层,进一步表明在该群落中出现的幼苗需要经过强烈的种间竞争才能发育成年,群落稳定性较弱<sup>[36]</sup>。本研究结果显示,紫玉盘柯群落 Godron 稳定性指数交点为(30.47, 69.53),距离群落稳定点(20, 80)较远,表明群落稳定性较弱,这与实地调查的结果一致。

### 3.3 展望

自然保护区指由国家依法予以特殊保护和管理的各种自然区域的总称,建立自然保护区是最有效可行的就地保护手段之一<sup>[37]</sup>。本研究通过对紫玉盘柯群落生态位和种间联结的分析,进一步明确了的在福建省君子峰自然保护区内各优势乔木资源利用与环境适应的能力以及物种间的竞争格局,同时填补了紫玉盘柯种群在生态学研究中的空白,为该自然保护区的关键植物物种监测、物种保育以及可食用野生植物保育与管理等工作提供了科学依据。为更有效的保育和利用紫玉盘柯种群,基于本研究结果可实施以下措施:一是疏伐高

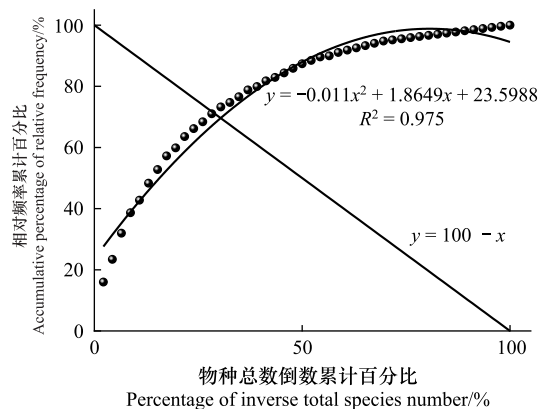


图 6 福建省君子峰自然保护区紫玉盘柯天然群落稳定性  
Fig.6 Community stability of *Lithocarpus uvariifolius* in the Junzifeng Nature Reserve, Fujian Province

大乔木扩大林窗,改善林下环境,提高紫玉盘柯种子的发芽率和幼苗成活率,二是建立小区域保护区,适度清除与紫玉盘柯生态位重叠程度大的物种,减缓物种间竞争压力,形成相对稳定的种间关系,从而提高群落稳定性。本研究仅针对紫玉盘柯集中分布区进行调查研究,所得的结果解释了该群落内物种间的相互作用,但对于解释紫玉盘柯非集中区域的生态位和种间关系存在一定局限。鉴于已有的紫玉盘柯相关研究,下一步可围绕紫玉盘柯生殖生理特性、种群进化、育苗造林等方面进行深入研究。

#### 4 结论

本研究中,紫玉盘柯在群落中有着较大的重要值和生态位宽度,22 个优势树种中分别排名第五和第三,具有较强的环境适应与资源利用能力,对群落组成与稳定性有着重要作用;通过分析紫玉盘柯与其他优势物种的种间联结性( $\chi^2$ 、 $AC$  值、 $PC$  值)可得,除与深山含笑呈现显著负联结外,与其他优势物种都呈现出不显著负联结,表明紫玉盘柯天然种群在局域分布上与伴生优势树种的联结性不强且相对独立;线性回归分析结果显示, $AC$  值、 $PC$  值与生态位重叠值呈极显著的正相关关系,表现为优势物种的种间正联结性或负联结性越强,生态位重叠程度越高或越低。分析 Godron 稳定指数可得,紫玉盘柯天然群落乔木层 Godron 稳定性指数的曲线交点距离群落稳定点较远,结果表明紫玉盘柯所分布的局域群落稳定性较弱。

#### 参考文献 (References):

- [ 1 ] Bajgai R C, Bajgai Y, Johnson S B. The presence of wild edible plants and determinants influencing their harvest, consumption, and conservation in south eastern Bhutan. PLoS One, 2023, 18(10): e0285936.
- [ 2 ] Anbessa B, Lulekal E, Debella A, Hymete A. Ethnobotanical study of medicinal plants in Dibatie district, Metekel zone, Benishangul Gumuz Regional State, western Ethiopia. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 2024, 20(1): 85.
- [ 3 ] Yanagi M. Climate change impacts on wheat production: Reviewing challenges and adaptation strategies. Advances in Resources Research, 2024, 4(1): 89-107.
- [ 4 ] Težak Damijanić A, Čehić Marić A, Oplanić M. Psychological factors influencing willingness to purchase wild-edible plants and food products from wild-edible plants. Agriculture, 2024, 14(11): 1856.
- [ 5 ] Asfaw A, Lulekal E, Bekele T, Debella A, Tessema S, Meresa A, Debebe E. Ethnobotanical study of wild edible plants and implications for food security. Trees, Forests and People, 2023, 14: 100453.
- [ 6 ] Biri S, Ayenew B, Dida G, Sebsibe A, Gurmessa F, Woldeab B, Awlachev G, Kassa Z, Megersa M. Ethnobotanical study of wild edible plants in Arsi Robe district of East Arsi Zone, Ethiopia. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 2024, 20(1): 70.
- [ 7 ] Jalali M, Abedi M, Memariani F, Ghorbani A. Ethnobotanical study of wild edible plants in the mountainous regions of Semnan Province, Iran. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 2024, 20(1): 93.
- [ 8 ] Petropoulos S A. Bioactive properties and chemical composition of wild edible species. Molecules, 2024, 29(13): 3226.
- [ 9 ] Duguma H T. Wild edible plant nutritional contribution and consumer perception in Ethiopia. International Journal of Food Science, 2020, 2020: 2958623.
- [ 10 ] Mgalula M E. An ethnobotanical study of wild edible fruits in miombo woodlands of Tabora region in Western Tanzania. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 2024, 20(1): 23.
- [ 11 ] Huang R Z, Wang Q, Sun J Y, Zhao Y P, Yang S W, Xiao W F, Liu J F. Niche and interspecific association of dominant *Arbor* species in *Quercus* communities in the Qinling Mountains, China. Global Ecology and Conservation, 2025, 57: e03404.
- [ 12 ] Grinnell J. The niche-relationships of the California thrasher. The Auk, 1917, 34(4): 427-433.
- [ 13 ] Ma Y M, Li Q H, Pan S P, Liu C, Han M S, Brancelj A. Niche and interspecific associations of *Pseudoanabaena limnetica*-Exploring the influencing factors of its succession stage. Ecological Indicators, 2022, 138: 108806.
- [ 14 ] Hu J T, Zheng Z L, Wen X Y, Hu X S, Lin Y M, Li J, Ni J, Wu C Z. Variation in niche and interspecific associations across elevations in subtropical forest communities of the Wuyi Mountains, southeastern China. Forests, 2024, 15(7): 1256.
- [ 15 ] Quy N V, Dien P V, Thinh N V, Long N T, Manh V, Mai T H, Cuong L V, Trang P T, Hop N V, Tuan N T, Phomphoumy K, Luu D P, Hai N H. Ecological species groups and interspecific associations of dominant woody species in a seasonal tropical forest of Laos. Annals of Forest Research, 2025, 67(2): 167-184.
- [ 16 ] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 22 卷. 北京: 科学出版社, 1998: 126.

- [17] 邵彦清, 陈雪仪, 吴思霓, 张世泓, 吴玉芬, 李玉玲, 何春梅, 罗晓莹, 林杰好, 唐光大. 优良淀粉植物紫玉盘柯在中国的潜在适生区预测. 亚热带植物科学, 2024, 53(4): 297-307.
- [18] 刘益鹏, 叶兴状, 叶利奇, 陈绪辉, 郑世群, 陈世品, 张国防, 刘宝. 观光木群落优势树种生态位和种间联结. 应用生态学报, 2022, 33(10): 2670-2678.
- [19] Shannon C E, Wiener W. The Mathematical Theory of (USA) Communication: Unknown Distance Function. Urbana, IL: Illinois Press, 1949.
- [20] Levins R. Evolution in Changing Environments: Some Theoretical Explorations. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1968.
- [21] Pianka E R. The structure of lizard communities. Annual Review of Ecology and Systematics, 1973, 4 (1973): 53-74.
- [22] 王伯荪, 彭少麟. 南亚热带常绿阔叶林种间联结测定技术研究——I. 种间联结测式的探讨与修正. 植物生态学与地植物学丛刊, 1985, 9(4): 274-285.
- [23] 郑元润. 森林群落稳定性研究方法初探. 林业科学, 2000, 36(5): 28-32.
- [24] Godron M. Some aspects of heterogeneity in grasslands of Cantal. Statistical Ecology. 1972, 19(3): 397-415
- [25] Xiang X M, De K J, Lin W S, Feng T X, Li F, Wei X J. The ecological niche characteristics and interspecific associations of plant species in the alpine meadow of the Tibetan Plateau affected plant species diversity under nitrogen addition. PeerJ, 2024, 12: e18526.
- [26] 许宝坤, 许晓岗, 李垚, 李小东, 陈水飞, 丁晖, 蒋晓辉, 苟凌晨, 方炎明. 黄山常绿阔叶林甜槠群落优势种种间关联分析. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2019, 43(4): 77-84.
- [27] Suárez-Mota M E, Villaseñor J L. Ecological niche overlap among species of the genus *Zaluzania* (Asteraceae) from the dry regions of Mexico. Plant Ecology and Evolution, 2020, 153(3): 337-347.
- [28] Costa-Pereira R, Araújo M S, Souza F L, Ingram T. Competition and resource breadth shape niche variation and overlap in multiple trophic dimensions. Proceedings Biological Sciences, 2019, 286(1902): 20190369.
- [29] 李珂佳, 蔡晨, 阮广鸣, 凌书伟, 潘标志, 周家贵, 刘金福, 郑世群. 小叶红豆群落主要树种的种间关系及群落稳定性. 应用生态学报, 2025, 36(2): 427-436.
- [30] Wu S N, Wen L, Dong S K, Gao X X, Xu Y D, Li S, Dong Q M, Wessell K. The plant interspecific association in the revegetated alpine grasslands determines the productivity stability of plant community across restoration time on Qinghai-Tibetan Plateau. Frontiers in Plant Science, 2022, 13: 850854.
- [31] Nan Q R, Zhang Q, Li X H, Zheng D N, Li Z H, Zhao L Y. Niche and interspecific association of the dominant species during the invasion of *Alternanthera philoxeroides* in the Yangtze River Basin, China. Agriculture, 2023, 13(3): 621.
- [32] 王世彤, 吴浩, 刘梦婷, 张佳鑫, 刘检明, 孟红杰, 徐耀粘, 乔秀娟, 魏新增, 卢志军, 江明喜. 极小种群野生植物黄梅秤锤树群落结构与动态. 生物多样性, 2018, 26(7): 749-759.
- [33] 李锦婷, 穆君, 申开平, 郭云, 白小节, 臧丽鹏, 李青, 韩勛, 赵颖, 何跃军. 小黄花茶群落优势木本植物生态位及种间联结性. 生态学报, 2024, 44(1): 283-294.
- [34] 刘晓静, 朱学灵, 姚松, 田野, 朱从波. 郁闭度和种植密度对宝天曼天然锐齿栎林下苦苣菜的生长及产量的影响. 河南农业大学学报, 2011, 45(3): 292-296.
- [35] 何中声, 刘金福, 吴彩婷, 郑世群, 洪伟, 徐道炜, 吴承祯. 林窗对格氏栲天然林更新层物种竞争的影响. 山地学报, 2012, 30(2): 165-171.
- [36] 高亮, 江子涵, 洪子辰, 郑笑, 周艳, 陈水飞, 陈世品, 林文俊. 武夷山国家公园甜槠林主要树种生态位与种间联结分析. 植物资源与环境学报, 2024, 33(6): 65-73.
- [37] 杨煜, 孟紫琪, 徐圣源. 山东荣成大天鹅国家级自然保护区耕地变化的时空动态监测与评价. 国家公园(中英文), 2024, 2(12): 779-788.