

树参种群在群落中的结构特征及种间关联分析

吴晓云¹, 周知华¹, 吴益庆², 姚丰平², 倪荣新³, 王平², 姚俊²

(1. 庆元县永青国有林场, 浙江 庆元 323800; 2. 庆元林场, 浙江 庆元 323800; 3. 浙江省丽水市林业技术推广总站, 浙江 丽水 323000)

摘要: 树参 *Dendropanax dentiger* 为阴性树种, 适宜在林下培育; 作为药食两用型木本蔬菜, 在发展林下经济中具有较大的开发潜力。在浙江省庆元县的竹口镇、黄田镇、屏都街道、五大堡乡、荷地镇、张村乡、庆元林场千岗坑林区和百山祖自然保护区 8 个不同海拔地段, 选取具有树参自然分布的 8 个样地, 开展树参种群在群落中的结构特征及种间关联研究。结果表明, 在 8 个样地中, 树参的重要值在 5.86~11.31 之间; 在森林群落的结构中居于亚乔木层, 其平均树高为 6.16 m, 平均胸径为 7.35 cm, 群落中的优势种通常为木荷 *Schima superba*, 青冈 *Cyclobalanopsis glauca*, 甜槠 *Castanopsis eyrei* 等, 树参与木荷间呈显著的正关联 ($t > t_{0.05} = 1.86$), 而与其他 43 个树种呈不显著的正或负相关。研究认为, 树参作为林下经济植物开发宜选择以木荷为主的常绿阔叶树种, 并可伴生杉木 *Cunninghamia lanceolata* 等针叶树种和枫香树 *Liquidambar formosana* 等落叶树种。

关键词: 树参; 庆元县; 群落结构; 种间关联

中图分类号: S718.54 文献标识码: A 文章编号: 1001-3776(2020)04-0024-06

Structure Characteristics and Species Association of *Dendropanax dentiger* in Communities

WU Xiao-yun¹, ZHOU Zhi-hua¹, WU Yi-qing², YAO Feng-ping², NI Rong-xin³, WANG Ping², YAO Jun²

(1. Qingyuan Yongqing State-owned Forest Farm of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 2. Qingyuan Forest Farm of Zhejiang, Qingyuan 323800, China; 3. Lishui Forestry Extension Station of Zhejiang, Lishui 323000, China)

Abstract: In Qingyuan county, Zhejiang province, 8 typical sample plots were established for tally at forest distributed with *Dendropanax dentiger*. The results showed that the important value of *D. dentiger* ranged from 5.86 to 11.31 at sample plots. In the communities, it was always the subtree layer, with average height of 6.16 m, mean DBH of 7.35 cm. The dominant species in surveyed communities was *Schima superba*, *Cyclobalanopsis glauca*, *Castanopsis eyrei*. Analysis demonstrated that there was a significant positive correlation between *D. dentiger* and *S. superba*, but no significant positive or negative correlation with other 43 tree species.

Key words: *Dendropanax dentiger*; Qingyuan county; community structure; species association

树参 *Dendropanax dentiger* 为五加科 Araliaceae 树参属 *Dendropanax* 常绿乔木或灌木, 广布于浙江、安徽、湖南、湖北、四川、贵州、云南、广西、广东、江西、福建和台湾, 越南、老挝、柬埔寨也有分布^[1]。在浙江, 除北部平原外, 全省各地均有分布^[2]。树参的根、枝、叶均可入药, 味甘温, 主治跌打损伤、风湿性关节炎、半身不遂、偏头痛等症^[1-3], 对心律失常和冠心病有疗效^[4-5], 主要含有多炔类、倍半萜类、三萜类、皂苷类、挥发油等成分, 具有抗癌、抗菌、抗病毒、抗幼虫、抗动脉粥样硬化等多种功能^[6-8]。其叶脆嫩可口, 可作蔬菜食用^[9-10], 为药食两用的功能性蔬菜, 在庆元, 每当树参嫩叶展开, 民众就会上山采摘, 2018 年, 树参还被作为

收稿日期: 2020-03-16; 修回日期: 2020-06-13

作者简介: 吴晓云, 助理工程师, 从事森林培育研究; E-mail: 2389273837@qq.com。通信作者: 倪荣新, 教授级高工, 从事森林资源培育研究; E-mail: 569013930@qq.com。

庆元县 41 个旅游地商品之一^[11]。为开发利用树参资源, 近年来, 开展了扦插、播种、施肥等培育研究^[12-17], 并且获得发明专利^[18]。谢荣樟^[19]进行了发芽、展叶、开花、结果等的生长发育节律与物候特征研究。杨期和等^[20]对变叶树参 *D. proteus* 的光合研究表明, 其光饱和点 (*LSP*) 和光补偿 (*LCP*) 点分别为 640.45 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 和 4.16 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 为典型的阴生植物, 这在当前林下经济发展背景下^[21-22], 对于开发树参发展林下经济具有重要的意义。本研究采用样地调查法开展了树参天然种群与其他树种的种间关联分析, 以及树参种群在其群落结构中的特征研究, 以期为林下树参培育提供一定的理论依据。

1 研究方法

1.1 研究地概况

研究地位于浙江省西南山区的庆元县, 地理位置在 27°25′ ~ 27°51′ N, 118°50′ ~ 119°30′ E 之间, 属亚热带季风气候, 气候温暖湿润, 四季分明, 垂直差异显著。多年平均气温为 17.4℃, 极端最高气温为 41.1℃, 极端最低气温为 -9.2℃, 无霜期为 247 d, 年降水量为 1 673 mm, 年蒸发量为 1 313 mm。地带性植被为常绿阔叶林, 属亚热带常绿阔叶林区域、东部 (湿润) 常绿阔叶林亚区域、中亚热带常绿阔叶林地带北部亚地带、浙闽山丘甜槠 *Castanopsis eyrei*-木荷 *Schima superba* 林区、浙南中山栲栲 *C. spp.*-樟楠 *Cinnamomum spp.* and *Machilus spp.* or *Phoebe spp.*常绿阔叶林分区^[23-24]。全县地形起伏, 相对高差达 1 500 m, 最高峰百山祖海拔 1 856.7 m, 为浙江省第 2 高峰。地带性土壤为红壤, 广布于海拔 800 m 以下, 其上为黄壤; 土层普遍深厚, 有机质含量较高, 自然肥力较好。自然植被经多次扰动和近几十年的天然更新和人工更新, 现在的植被为人工植被和天然次生植被, 主要植被类型有常绿阔叶林、针阔混交林、松林、竹林及杉木 *Cunninghamia lanceolata* 林等^[25]。

1.2 调查和分析方法

1.2.1 调查方法 在庆元县的竹口镇、黄田镇、屏都街道、五大堡乡、荷地镇、庆元林场千岗坑林区和百山祖自然保护区 8 个不同海拔高度的地区, 选择树参自然分布相对较多的天然林地, 设立典型调查样地 (表 1), 记录每个样地的海拔、地理位置、林分类型及其郁闭度。采用样地调查法, 样地面积为 20 m × 20 m, 采用相邻格子法在样地内分别设置 4 个 10 m × 10 m 的样方, 对胸径 ≥ 5 cm、树高 ≥ 3 m 的乔木树种进行每木调查, 记录种类, 测量胸径和高度。

表 1 调查样地概况
Table 1 Location of sample plots

样地	地点	地理坐标	海拔/m	林分类型	郁闭度
Q ₁	竹口黄坦	118°55'44"E, 27°41'08"N	350	常绿阔叶林	0.95
Q ₂	黄田洋垄	118°57'18"E, 27°45'24"N	450	阔针混交林	0.90
Q ₃	屏都马蹄畚	118°55'57"E, 27°37'39"N	530	阔针混交林	0.85
Q ₄	五大堡黄石	119°09'56"E, 27°35'34"N	650	常绿阔叶林	0.90
Q ₅	荷地漈面	119°18'24"E, 27°40'15"N	780	常绿阔叶林	0.95
Q ₆	张村田头	119°16'47"E, 27°33'40"N	820	阔针混交林	0.90
Q ₇	庆元林场千岗坑	118°58'03"E, 27°40'51"N	960	针阔混交林	0.90
Q ₈	百山祖保护区	119°12'42"E, 27°45'29"N	1 200	针阔混交林	0.90

1.2.1 分析方法

(1) 重要值计算。统计各样地树种的重要值 (*IV*), 其中, 显著度以胸高断面面积计量。

$$IV = (\text{相对频度} + \text{相对密度} + \text{相对显著度}) / 3$$

(2) 种间关联分析。采用 Spearman 秩相关分析法^[26]。以各样地的重要值为原始数据, 然后按树种的重要值由小到大转换成等级序号值成为秩化向量。如果某个种在 1 个样地中的重要值为 0, 该种的等级序号值由于最小则为 1; 如果该种有 2 个样地的重要值为 0, 则该种的等级序号值取其平均值, 即为 (1+1) / 2=1.5。树种间的秩相关系数通过下式计算:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{k=1}^n d_k^2}{n^3 - n}$$

(1)

式中， r_s 为树种间的秩相关系数； n 为样地数量； d_k 为种 i 与种 j 的等级差值。显著性检验用 t 检验。

$$t = r_s \sqrt{\frac{n-2}{1-r_s^2}}$$

(2)

2 结果与分析

2.1 树参种群在群落中的结构特征

由于样地选择是根据树参种群自然分布而设，因此，各样地均具有树参分布。由表 4 可知， Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 、 Q_7 、 Q_8 的最大优势种分别为青冈 ($IV=19.66$)、木荷 ($IV=17.69$)、木荷 ($IV=15.65$)、木荷 ($IV=17.13$)、甜槠 ($IV=21.76$)、甜槠 ($IV=25.52$)、木荷 ($IV=20.23$)、木荷 ($IV=13.85$)，树参的重要值在 5.86 ~ 11.31 之间，在各森林群落结构中均居于亚乔木层的地位，其平均树高为 6.16 m，平均胸径为 7.35 cm，因此，树参对各森林群落的外貌不产生影响。

表 2 各样地树种重要值及平均胸径和平均树高
Table 2 Important value, average DBH and height of surveyed tree species

树种	重要值								平均胸 径/cm	平 均 树 高/m
	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8		
1.树参	11.31	6.86	8.39	8.53	9.68	6.83	9.11	5.86	7.35	6.16
2.木荷	17.05	17.69	15.65	17.13	17.75	12.10	20.23	13.85	31.26	15.83
3.枫香树 <i>Liquidambar formosana</i>	6.22	7.31	0	4.65	0	5.26	0	0	30.14	17.65
4.甜槠	0	10.42	8.66	0	21.76	25.52	0	0	28.21	15.73
5.米槠 <i>Castanopsis carlesii</i>	0	0	0	7.35	4.66	0	12.86	0	27.33	14.66
6.栲 <i>C. fargesii</i>	0	7.58	10.36	8.31	0	12.47	0	0	28.06	15.15
7.青冈 <i>Cyclobalanopsis glauca</i>	19.66	8.96	6.13	8.69	0	0	6.14	0	27.12	16.10
8.小叶青冈 <i>C. myrsinaefolia</i>	0	5.52	6.52	0	0	0	3.52	0	26.73	15.41
9.细叶青冈 <i>C. gracilis</i>	0	0	0	12.2	5.37	0	0	0	25.11	13.78
10.云山青冈 <i>C. sessilifolia</i>	0	0	0	0	0	4.56	2.44	0	18.58	13.26
11.褐叶青冈 <i>C. stewardiana</i>	0	0	0	0	3.91	5.22	0	4.32	19.62	15.61
12.多脉青冈 <i>C. multinervis</i>	0	0	0	0	0	0	0	9.93	30.71	16.22
13.光叶水青冈 <i>Fagus lucida</i>	0	0	0	0	0	0	0	6.57	30.39	17.31
14.柯 <i>Lithocarpus glaber</i>	7.63	3.55	3.75	2.05	0	0	0	0	22.70	12.68
15.港柯 <i>L.harlandii</i>	0	0	0	0	6.11	0	3.33	0	18.46	9.58
16.红楠 <i>Machilus thunbergii</i>	4.83	2.88	0	0	0	0	0	0	21.72	12.35
17.天竺桂 <i>Cinnamomum japonicum</i>	0	0	0	0	5.31	0	0	0	19.76	10.88
18.浙闽新木姜子 <i>Neolitsea aurata</i> var. <i>undulata</i>	0	0	0	0	0	0	0	4.90	15.38	9.78
19.深山含笑 <i>Michelia maudiae</i>	0	0	0	0	0	4.36	0	0	29.43	15.54
20.黄山玉兰 <i>Yulania cylindrica</i>	0	0	0	0	0	0	3.38	4.50	23.67	15.15
21.亮叶桦 <i>Betula luminifera</i>	3.15	0	3.17	0	0	0	4.15	0	22.43	14.53
22.交让木 <i>Daphniphyllum macropodum</i>	0	0	0	0	4.58	0	0	6.30	21.58	13.21
23.虎皮楠 <i>D.oldhamii</i>	3.66	0	0	6.12	0	0	0	0	24.30	12.76
24.日本杜英 <i>Elaeocarpus japonicus</i>	0	0	4.37	0	0	3.17	0	0	20.51	12.27
25.冬青 <i>Ilex chinensis</i>	5.22	4.67	0	0	0	0	0	0	18.64	10.11
26.台湾冬青 <i>I.formosana</i>	0	0	0	0	3.77	0	0	6.10	17.58	9.57
27.杉木 <i>Cunninghamia lanceolata</i>	5.99	0	9.87	0	0	0	12.48	0	32.32	19.17
28.黄山松 <i>Pinus taiwanensis</i>	0	0	0	0	0	0	9.47	18.06	35.13	18.72
29.马尾松 <i>P.massoniana</i>	0	7.89	0	3.67	0	0	0	0	32.48	17.31

表 2 续

树种	重要值								平均胸 径/cm	平均树 高/m
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄	Q ₅	Q ₆	Q ₇	Q ₈		
30. 福建柏 <i>Fokienia hodginsii</i>	0	0	0	0	4.52	9.21	0	0	18.92	11.67
31. 赤杨叶 <i>Alniphyllum fortunei</i>	2.18	0	3	0	0	0	8.12	0	25.56	15.14
32. 蓝果树 <i>Nyssa sinensis</i>	0	0	0	0	5.57	6.78	0	0	23.77	14.78
33. 苦树 <i>Picrasma quassoides</i>	0	2.42	0	0	0	0	0	0	25.43	13.36
34. 雷公鹅耳枥 <i>Carpinus viminea</i>	0	0	3.12	0	0	0	0	0	28.54	15.39
35. 鹿角杜鹃 <i>Rhododendron latoucheae</i>	0	0	0	0	4.45	0	0	9.25	6.32	5.54
36. 马银花 <i>Rh. ovatum</i>	3.67	3.11	4.18	2.93	2.56	0	0	0	6.19	4.98
37. 短尾越橘 <i>Vaccinium carlesii</i>	0	0	3.55	2.15	0	0	0	0	5.57	4.27
38. 杨桐 <i>Adinandra millettii</i>	2.45	0	4.12	3.68	0	0	0	0	5.56	5.79
39. 光叶石楠 <i>Photinia glabra</i>	0	0	2.71	0	0	0	0	0	5.98	4.61
40. 南岭山矾 <i>Symplocos pendula</i> var. <i>hirtistylis</i>	0	0	0	2.65	0	0	0	1.83	6.71	5.87
41. 厚皮香 <i>Ternstroemia gymnanthera</i>	0	0	0	3.16	0	0	2.93	3.17	5.89	4.52
42. 尖连蕊茶 <i>Camellia cuspidata</i>	3.76	9.05	2.45	0	0	0	0	0	5.76	5.17
43. 窄基红褐桤 <i>Eurya rubiginosa</i> var. <i>attenuate</i>	0	0	0	0	0	1.16	1.84	2.71	5.43	4.68
44. 格药桤 <i>E. amuricata</i>	3.22	2.09	0	3.76	0	0	0	0	5.55	4.79
45. 假地枫皮 <i>Illicium jiadifengpi</i>	0	0	0	2.97	0	3.36	0	2.65	7.58	5.16
合计	100	100	100	100	100	100	100	100		

2.2 树参与群落中其他乔木树种的种间关联

由表 5 表明, 树参与木荷的种间关系比较密切, 其秩相关系数为 0.619 0, 具有显著的正相关关系 ($t>t_{0.05}=1.86$), 说明有木荷自然生长的林地一般有树参的分布。而树参与港柯等其他 43 个树种的关系, 虽然具有正或负的秩相关, 但均未达显著水平。说明树参与其他树种的关系具有随机性。

表 3 树参与其他树种的种间关联
Table 3 Species association of *D. dentiger* with other tree species

树种	与树参的秩关联系数(r_s)	t	排序	树种	与树参的秩关联系数(r_s)	t	排序
木荷	0.619 0*	1.930 8	1	蓝果树	0.148 8	0.368 6	23
港柯	0.601 2	1.842 8	2	深山含笑	0.095 2	0.234 4	24
天竺桂	0.571 4	1.705 6	3	马尾松	0.089 3	0.219 6	25
虎皮楠	0.553 6	1.628 2	4	云山青冈	0.065 5	0.160 7	26
米槠	0.523 8	1.506 2	5	枫香树	0.059 5	0.146 1	27
亮叶桦	0.500 0	1.414 2	6	交让木	0.041 7	0.102 2	28
杉木	0.500 0	1.414 2	7	台湾冬青	0.041 7	0.102 2	29
赤杨叶	0.500 0	1.414 2	8	鹿角杜鹃	0.041 7	0.102 2	30
青冈	0.476 2	1.326 5	9	小叶青冈	0.023 8	0.058 3	31
细叶青冈	0.470 2	1.305 1	10	多脉青冈	0	0	32
红楠	0.458 3	1.263 2	11	光叶水青冈	0	0	33
冬青	0.458 3	1.263 2	12	浙闽新木姜子	0	0	34
格药桤	0.404 8	1.084 2	13	南岭山矾	-0.029 8	-0.072 9	35
马银花	0.381 0	1.009 2	14	黄山玉兰	-0.041 7	-0.102 2	36
杨桐	0.357 1	0.936 6	15	黄山松	-0.041 7	-0.102 2	37
雷公鹅耳枥	0.285 7	0.730 3	16	日本杜英	-0.053 6	-0.131 4	38
光叶石楠	0.285 7	0.730 3	17	厚皮香	-0.142 9	-0.353 6	39
柯	0.285 7	0.730 3	18	甜槠	-0.154 8	-0.383 7	40
尖连蕊茶	0.238 1	0.600 5	19	褐叶青冈	-0.333 3	-0.866 0	41
短尾越橘	0.196 4	0.490 7	20	窄基红褐桤	-0.333 3	-0.866 0	42
苦树	0.190 5	0.475 3	21	栲	-0.369 1	-0.972 6	43
福建柏	0.148 8	0.368 6	22	假地枫皮	-0.381 0	-1.009 2	44

注: *表示 $t>t_{0.05}=1.86$, 差异达显著水平。

3 结论与讨论

3.1 结论

树参的根、枝、叶均可入药,其叶脆嫩可作蔬菜食用,是食、药两用的功能性蔬菜。本研究结果表明,树参通常自然生长在常绿阔叶林或针阔混交林中,与木荷等常绿阔叶树种、枫香树等落叶树种、杉木等针叶树种混生,并且居于乔木的亚层,与格药桉等居于相同的乔木层次,其平均树高为 6.16 m,平均胸径为 7.35 cm,重要值在 5.86 ~ 11.31,在群落中通常不占绝对优势。分析表明,树参与木荷具有显著的正相关($t > t_{0.05} = 1.86$),Spearman 秩关联系数为 0.619 0,与其他树种虽然呈正或负的关联,但均未达显著水平。说明有木荷自然生长的林地一般有树参的分布,或者说有树参分布的林地通常伴有木荷的生长,而树参与青冈等其他树种的关系具有随机性,因此在进行树参林下培育时可选择以木荷为优势的林分。通过研究,揭示了树参种群在自然森林群落中与其他树种的关联程度,研究结果可为树参林下经济培育提供一定的理论依据。

3.2 讨论

在许多有关森林植被和群落结构及多样性研究的文献中^[28-33],树参虽然在研究中有所显示,可能由于在群落中主要作为伴生树种或研究的目标不同,所以并不足以得到关注,但反映了树参在亚热带森林植被特别是在天然林分的乔木亚层结构中广泛地分布。柯立等^[34]在安徽省石台县大山把树参作为北亚热带常绿阔叶林三个优势树种之一进行叶水平碳、氮、磷化学计量及季节变化特征的研究,说明了树参在有些区域构成常绿阔叶林的优势树种。周洋等^[35]在研究福建三明的栲次生林种间联结中,表明了树参的重要值为 0.51,并采用 2×2 列联表分析其与栲的联结为负联结,与本研究的结果基本一致。林姗等^[36]采用样方法对福建戴云山罗浮栲 *Castanopsis fabri* 林群落进行调查,分析了罗浮栲林群落主要树种和空间分布格局,表明罗浮栲林群落乔木层主要树种中,树参等胸径≤10 cm 的小径阶林木占总株数的 56.9%,说明树参在福建戴云山罗浮栲林中的亚乔木层中占有较大的优势;周华等^[37]研究了江西九连山国家级自然保护区境内亚热带常绿阔叶林幼树与灌木的地上生物量模型时,把树参纳入幼树与灌木,说明江西九连山在常绿阔叶林下也分布有较多的树参。以上这些研究均为发展树参林下经济提供了较充分的可行性依据。根据树参种间关联分析,当树参作为林下经济植物培育时,建议其上层乔木选择以木荷为主的常绿阔叶树种并可伴生杉木等针叶树种和枫香树等落叶树种构成的林分。

参考文献:

- [1] 中国植物志编辑委员会. 中国植物志: 第 54 卷五加科[M]. 北京: 科学出版社, 1978: 62-64.
- [2] 浙江植物志编委会. 浙江植物志: 第四卷[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1993: 324-325.
- [3] 浙江药用植物编写组. 浙江药用植物志(下册)[M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 1980: 899-900.
- [4] 黄敬耀, 刘春梅, 齐丕骝, 等. 树参叶抗心律失常作用的研究[J]. 中国中药志, 1989: 14(6): 47-50.
- [5] 张文斌. 树参逐瘀去痛散治疗 580 例冠心病患者的心得体会[J]. 中国中医药咨讯, 2011, 3(8): 282-282.
- [6] 郑莉萍, 王庭芳, 熊礼燕, 等. 树参属植物化学成分及药理活性研究进展[J]. 药学实践杂志, 2011, 29(1): 4-9.
- [7] 王秀梅, 杨丽, 何军伟, 等. 树参属化学成分与生物活性研究进展[J]. 中国实验方剂学杂志, 2015(24): 229-234.
- [8] 陈云奇, 陆志敏, 杨丽, 等. 树参嫩叶活性成分提取以及对提高獭兔免疫力的试验研究[J]. 林业科技通讯, 2017(1): 47-50.
- [9] 钱华, 何志华, 邵顺流, 等. 浙江森林野菜资源及其评价[J]. 浙江林业科技, 2003, 23(4): 36-42.
- [10] 范仲先. 保健特菜—树参菜[J]. 农村实用科技信息, 2008(2): 19-20.
- [11] 庆元县农业局. 庆元县 2018 年农产品旅游地商品生产经营主体及商品的公示[EB/OL]. 2018-11-30. http://www.zjqj.gov.cn/qyzw/zhxx/ztl/qyny/tztg/201811/t20181130_3498955.html
- [12] 林飞凡, 陈莲莲, 鲁唯达, 等. 树参扦插繁殖技术研究[J]. 现代农业科技, 2015(18): 161-161, 168.
- [13] 谢荣樟. 树参播种繁殖技术[J]. 绿色科技, 2018(17): 28-29.
- [14] 谢荣樟, 翁发进, 章文前, 等. 树参生长季节裸桶苗移植试验[J]. 绿色科技, 2019(1): 153-153, 156.
- [15] 谢荣樟. 基质和生根剂浓度对树参扦插生根的影响[J]. 中国林副特产, 2019(1): 23-24, 26.
- [16] 谢荣樟, 范繁荣, 沈琼桃, 等. 树参容器育苗试验[J]. 现代农业科技, 2019(4): 120-120, 122.
- [17] 谢荣樟. 施肥对树参苗木生长的影响[J]. 中国林副特产, 2019(2): 29-30.

- [18] 旷柏根, 夏江林. 一种树参的引种栽培方法: 103733844A[P]. 2014-04-23.
- [19] 谢荣樟. 树参生长发育节律与物候特征研究[J]. 宁夏农林科技, 2018, 59(05): 19-20, 51.
- [20] 杨期和, 陈昆平, 杨和生, 等. 南亚热带 3 种幼树的光合生理生态特征[J]. 福建林业科技, 2016, 43(2): 1-7, 61.
- [21] 魏吴琴, 支玲. 我国林下经济研究现状及趋势分析[J]. 中国林业经济, 2015(5): 31-33.
- [22] 吴恒, 朱丽艳, 王海亮, 等. 新时期林下经济的内涵和发展模式思考[J]. 林业经济, 2019, 41(7): 78-81.
- [23] 中国植被编辑委员会. 中国植被[M]. 北京: 科学出版社, 1980: 823-836.
- [24] 蔡壬侯, 章绍尧, 姚继衡. 浙江省森林分区[J]. 浙江林业科技, 1989, 9(2): 1-8.
- [25] 张超, 余树全, 李士生. 基于多时相 Landsat 影像的庆元县植被覆盖变化研究[J]. 浙江农林大学学报, 2011, 28(1): 72-79.
- [26] 张金屯. 数量生态学: 第三版[M]. 北京: 科学出版社, 2019: 146-150.
- [27] 余久华, 姚丰平, 陈小荣, 等. 百山祖自然保护区主要植被类型概述[J]. 热带亚热带植物学报, 2003, 11(2): 93-98.
- [28] 陈小荣, 周荣飞, 叶珍林, 等. 浙江庆元楮栲林的群落学特征[J]. 植物资源与环境学报, 2004, 13(4): 39-43.
- [29] 方燕鸿. 武夷山米槠、甜槠常绿阔叶林的物种组成及多样性分析[J]. 生物多样性, 2005, 13(2): 148-155.
- [30] 姚小贞, 丁炳扬, 金孝锋, 等. 凤阳山红豆杉群落乔木层主要种群生态位研究[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2006, 32(5): 569-575.
- [31] 陈子林, 张志祥, 刘鹏, 等. 浙江六十田常绿阔叶林主要乔木种生态位研究[J]. 中南林业科学大学学报, 2007, 27(6): 77-82.
- [32] 徐敏, 骆争荣, 于明坚, 等. 百山祖北坡中山常绿阔叶林的物种组成和群落结构[J]. 浙江大学学报: 农业与生命科学版, 2007, 33(4): 450-457.
- [33] 陈小荣, 陈圆圆, 骆争荣, 等. 百山祖中山中亚热带常绿阔叶林群落 5 年动态特征[J]. 浙江农林大学学报, 2013, 30(6): 821-829.
- [34] 柯立, 杨佳, 余鑫, 等. 北亚热带常绿阔叶林三优势树种叶水平碳氮磷化学计量及季节变化特征[J]. 土壤通报, 2014, 45(5): 1170-1174.
- [35] 周洋, 郑小贤. 福建三明栲树次生林树种间联结性研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(1): 101-106.
- [36] 林姗, 刘金福, 付达靓, 等. 戴云山罗浮栲林群落主要树种空间分布格局[J]. 福建林学院学报, 2010, 30(1): 15-18.
- [37] 周华, 孟盛旺, 刘琪璟. 亚热带常绿阔叶林幼树与灌木的地上生物量模型[J]. 南京林业大学学报: 自然科学版, 2017, 41(6): 79-86.