

- 5 闵宗殿. 中国农史系年要录. 北京: 农业出版社, 1989. 1~75
- 6 蒋廷锡等. 清. 古今图书集成
- 7 马端临. 元. 文献通考. 物异考
- 8 中川原等(日). 生物科学遗传. 1977, 31(7): 19~25
- 9 Chang T T. , Rice. *Evolution of crop plants*. IRRI. 1976. 98~104
- 10 竺可桢. 中国近五千年来气候变迁的初步研究. 考古学报. 1972, 1~5
- 11 陈报章等. 舞阳贾湖新石器时代遗址炭化稻米的发现、形态学研究及意义. 中国水稻科学. 1995, 9(3): 129~134
- 12 广东农林学院农学系. 我国野生稻的种类及其地理分布. 遗传学报. 1975, 2(1): 31~35
- 13 顾颉刚. 中国历史地图集古代史部分. 北京: 地理出版社, 1979
- 14 陈正祥. 中国文化地理. 北京: 生活. 读书. 新知三联书店, 1983. 1~58
- 15 中华人民共和国民政部行政区划处. 中华人民共和国行政区划手册. 北京: 光明日报出版社, 1986. 586~663
- 16 官春云. 新疆野生油菜与野芥(*Sinapis arvensis* L.) 遗传性状的比较研究. 作物学报. 1996, 22(2): 214~219
- 17 王振堂等. 人参种群2000年间向北消退的历史及其与人口压力关系的初步分析. 生态学报. 1992, 12(3): 282~289

景观生态学与可持续发展国际培训班将在北京举办

为了推进景观生态学的研究与应用, 加强景观生态学研究的国际交流, 在国际景观生态学会的支持下, 由国际景观生态学会中国分会、中国科学院生态环境研究中心、北京大学城市与环境学系主办, 中国生态学会景观生态专业委员会、中国科学院沈阳应用生态研究所协办景观生态学与可持续发展国际培训班。

培训班的主要内容有:

- 景观生态学的理论与方法;
- 景观格局与生态过程;
- 土地评价与土地持续利用;
- 景观生态学与区域可持续发展;
- 景观规划与生态建设;
- 遥感、地理信息系统和模型在景观生态学中的应用;
- 景观生态野外调查实习。

培训班由来自美国、加拿大、英国、法国、丹麦、比利时、意大利、日本和国内的著名景观生态学家授课。欢迎青年学者、博士、硕士研究生报名参加。

培训班时间: 1998年10月9~13月 地点: 北京市
 语言: 英语 培训费: 400元(包括资料费)
 联系人: 陈利顶
 联系地址: 北京市海淀区双清路18号
 中国科学院生态环境研究中心 区域生态室
 邮编: 100085 传真: (10) - 62923563
 E-mail: liding@mail.rcees.ac.cn

浙江天台山七子花群落研究

金则新

(台州师范专科学校 浙江临海 317000)

Q 948.781.2

Q 948.15

摘要 七子花(*Heptacodium miconioides*)为优良的观花树种,此种珍贵、罕见,已临近濒危境地。本文以分布在浙江天台山的七子花林为对象,分析了群落的特征和性质。

七子花群落垂直结构较复杂,可分为乔木层、灌木层、草本层,亦有数量较多的层间植物。群落的优势种显著,乔木层的物种多样性指数较高,各样地间的植物种类具有一定的相似性。

七子花种群年龄处于衰退型阶段,天然更新不佳。种群的分布格局呈集群分布。

关键词: 天台山,七子花,群落特征,种群结构,分布格局。

A STUDY ON *Heptacodium Miconioides* COMMUNITY IN THE Tiantai Mountains OF ZHEJIANG PROVINCE

Jin Zexin

(Taizhou Teachers' College, Linhai, Zhejiang, 317000, China)

Abstract *Heptacodium miconioides*, fine trees for flowers tending, are precious and rare ones, and are on the verge of extinction. This paper analyzes the community characteristics and quality of the *Heptacodium miconioides* forest distributed in the Tiantai Mountains of Zhejiang Province.

The vertical structure of *Heptacodium miconioides* is rather complicated. It can be divided into arborous layer, shrub layer, herbaceous layer and interstratum plants which are numerous in quantity. The community has an outstanding dominant species and the arborous layer possesses a comparatively high diversity index. The similarity is rather striking among different quadrats species.

The *Heptacodium miconioides* community is at a declining stage, and the distribution pattern of the community shows a clump.

Key words: Tiantai Mountains, *Heptacodium miconioides*, community characteristics, population structure, distribution pattern.

七子花为落叶小乔木,属忍冬科的单型属植物,为我国特有种,是国家首批重点保护的2级植物。1992年列入中国生物多样性保护行动计划优先保护物种名录。分布于湖北兴山县,浙江天台山、四明山、义乌北山、昌化汤家湾及安徽泾县和宣城等地^[1]。它们多生于悬崖峭壁、沟谷、山坡灌丛和林下,现资源极少。在浙

收稿日期:1995-11-22,修改稿收到日期:1996-04-26。

江省天台山主峰华顶山北侧的狮子岩坑处,沿山沟两侧呈带状分布的有一片以七子花为优势的群落,实为罕见。本文对该群落的特征进行了研究,这对于七子花的保护对策和发展技术具有重要意义。

1 自然概况

天台山位于浙江省天台县境内,主峰华顶山(29°15'N,121°06'E)海拔1098m,这里属亚热带季风性湿润气候,气候温暖,雨水充沛,年降水量为1700mm,平均相对湿度达85%以上,年平均气温为13℃,无霜期约230d,山地土壤系水成岩及火成的花岗岩母质上发育的山地黄壤土,土层30~100cm之间,尚属湿润肥沃。由于水热条件好,植物生长茂盛,区系成分复杂^[2]。七子花群落的分布地海拔高度在500~900m,沿沟谷及两侧呈带状分布,七子花在群落中多居乔木层第2亚层,也有出现在第1亚层中的个体。

2 研究方法

2.1 样地的设置

在七子花林中设置9个面积为400m²的乔木样方,合计面积为3600m²,作常规群落学调查,并各设8个4m²的灌木、草本小样方,登记种类、株数、高度、盖度等指标,各样地的环境因子资料见表1。把胸径(DBH)≥7.5cm的林木作为乔木层。以每增加2m为一高度级统计各高度级内的株数(上限排外法),以确定高度结构;以立木级结构代替年龄分析,I级幼苗 $h < 0.33\text{m}$; II级幼树 $h > 0.33\text{m}$, $DBH < 2.5\text{cm}$; III级小树 $DBH 2.5 \sim 7.5\text{cm}$; IV级中树 $DBH 7.5 \sim 22.5\text{cm}$; V级大树 $DBH > 22.5\text{cm}$ 。

2.2 数据处理

2.2.1 群落物种多样性采用4种指数测度,即 Simpson 指数 $D = N(N-1) / \sum n_i(n_i-1)^{[3]}$; Shannon-Wiener 指数 $H' = -\sum P_i \ln P_i^{[4]}$; 群落均匀度 $R = -\sum P_i \ln P_i / \ln S^{[4]}$; 种间相遇机率 $P/E = (\frac{N}{N-1})(1 - \sum P_i^2)^{[5]}$ 。

2.2.2 群落样地间种类相似性采用相似性百分率 $PS = 1 - 0.5 \sum |a-b| = \sum \min(a,b)^{[3]}$ 。

2.2.3 种群分布格局采用以下6个指标进行分析,即方差/均值的 t 检验法^[6]; 负二项参数^[7]; 扩散型指数 (Morisita 格局指数)^[6]; Cassie 指标^[7]; 丛生指标^[7]; 平均拥挤指数与聚块性指数^[6]。

表1 9块样地上七子花种群及环境因子资料

Table 1 The data of *Heptacodium miconioides* population and its environmental factors in nine plots

样方号 NO. of quadrat	海拔高度 Elevation (m)	面积 Area (m ²)	坡度 Slope angle	坡向 Direction of slope	群落透光率 Transparence of community(%)	岩石露头率 Exposure of rock(%)	种群密度 Density of popu- lation(ind./hm ²)	种群径级度 Diameter degree of population(cm)	重要值 Importance value(%)
Q ₁	540	400	35°	NE35°	26.76	85.00	775	9.42	41.09
Q ₂	590	400	40°	NW15°	18.21	85.00	750	9.04	32.86
Q ₃	640	400	48°	NW30°	29.13	90.00	1000	7.82	38.47
Q ₄	690	400	30°	NE10°	17.36	85.00	1400	10.12	46.31
Q ₅	760	400	46°	NE20°	20.49	80.00	975	8.65	36.66
Q ₆	800	400	45°	NE15°	16.56	85.00	1025	9.91	36.83
Q ₇	850	400	50°	NE30°	18.73	85.00	1050	10.35	47.30
Q ₈	840	400	60°	WN10°	10.81	70.00	825	11.59	28.97
Q ₉	890	400	55°	WS15°	8.65	65.00	1425	12.53	43.99

样地面积 Plots area, 400m²

3 结果

3.1 群落结构特征

在七子花群落中,七子花的优势突出,其重要值百分率为39.25%,是该群落的第1优势种;次优势种为苦槠木,其重要值百分率为10.40%;第3是红脉钓樟,重要值百分率为7.55%;第4为拟赤杨,重要值百分率为5.68%;其它种类的重要值百分率均低于5%(表2)。由此可知,七子花在群落中占绝对优势,呈单优势群落,因此命名其为七子花群落。

表2 七子花群落乔木层种类重要值

Table 2 The importance values of the arborous layer species in the community of *Heptacodium miconioides*

种 类 Species	相对密度 Relative density	相对频度 Relative frequency	相对优势度 Relative dominance	重要值 Importance value
七子花 <i>Heptacodium miconioides</i>	44.87	32.86	40.03	117.76
桃 <i>Prunus persica</i>	0.34	0.57	0.14	1.05
江浙钓樟 <i>Lindera chienii</i>	3.36	4.00	2.43	9.79
水马桑 <i>Weigela japonica</i>	1.18	2.00	0.62	3.80
苦槠木 <i>Frazinus insularis</i>	10.25	10.86	10.09	31.20
野 漆 <i>Toxicodendron succedaneum</i>	0.5	0.57	0.24	1.31
红脉钓樟 <i>Lindera rubronervia</i>	8.24	8.86	5.55	22.65
白 栎 <i>Quercus fabri</i>	0.17	0.29	0.10	0.56
牛鼻栓 <i>Fortunearia sinensis</i>	1.51	2.29	1.45	5.25
山胡椒 <i>Lindera glauca</i>	0.5	0.29	0.37	1.16
樱 桃 <i>Prunus pseudocerasus</i>	2.69	2.57	3.18	8.44
暖 木 <i>Meliosma veitchiorum</i>	0.5	0.57	0.26	1.33
拟赤杨 <i>Alniphyllum fortunei</i>	4.54	5.71	6.80	17.05
豹皮樟 <i>Latsea coreana</i> var. <i>sinensis</i>	1.34	2.00	1.18	4.52
青钱柳 <i>Cyclocarya paliurus</i>	1.68	2.29	2.04	6.01
大叶冬青 <i>Ilex latifolia</i>	0.34	0.57	0.47	1.38
省沽油 <i>Staphylea bumalda</i>	0.34	0.29	0.18	0.81
青榨槭 <i>Acer davidii</i>	2.69	3.43	2.25	8.37
粗 榧 <i>Cephalotaxus sinensis</i>	0.17	0.29	0.06	0.52
毛八角枫 <i>Alangium kurzii</i>	1.01	1.43	1.67	4.11
三角槭 <i>Acer buergerianum</i>	0.17	0.29	0.08	0.54
山合欢 <i>Albizia kalkora</i>	0.84	0.86	1.34	3.04
灯台树 <i>Cornus controversa</i>	0.84	1.43	0.52	2.79
天台阔叶槭 <i>Acer amplum</i> var. <i>tientaiense</i>	0.67	0.86	0.65	2.18
黑弹朴 <i>Celtis bungeana</i>	0.84	1.14	0.56	2.54
盐肤木 <i>Rhus chinensis</i>	0.17	0.29	0.09	0.55
白木乌桕 <i>Sapium japonicum</i>	2.02	3.14	3.71	8.87
光叶毛果枳椇 <i>Hevenia trichocarpa</i> var. <i>robusta</i>	0.34	0.29	0.15	0.78
披针叶茴香 <i>Illicium lanceolatum</i>	0.17	0.29	0.51	0.97
橄榄槭 <i>Acer olivaceum</i>	1.34	1.43	2.08	4.85
细齿稠李 <i>Prunus obtusata</i>	0.17	0.29	0.06	0.52
紫 楠 <i>Phoebe sheareri</i>	0.17	0.29	0.06	0.52
八角枫 <i>Alangium chinense</i>	0.34	0.57	0.17	1.08
香果树 <i>Eriamenopterys henryi</i>	0.17	0.29	1.16	1.62
柳 杉 <i>Cryptomeria fortunei</i>	1.18	1.43	2.38	4.99
湖北山楂 <i>Crataegus hupehensis</i>	1.17	1.43	1.30	3.91
马鞍树 <i>Maackia chinensis</i>	0.17	0.29	0.06	0.52
四照花 <i>Cornus kousa</i> var. <i>chinensis</i>	0.34	0.57	0.14	1.05
槲 木 <i>Aralia chinensis</i>	0.17	0.29	0.08	0.54
野桐 <i>Mallotus japonicus</i> var. <i>floccosus</i>	0.34	0.57	0.15	1.06
天台鹅耳枥 <i>Carpinus tientaiensis</i>	0.50	0.57	2.46	3.53
黄连木 <i>Pistacia chinensis</i>	0.50	0.29	0.93	1.72
檫木 <i>Sassafras tzumu</i>	0.50	0.86	1.84	3.20
刺叶桂樱 <i>Prunus spinulosa</i>	0.67	0.57	0.48	1.72

七子花群落成层现象明显,可以分为乔木层、灌木层和草本层,地被层不发达。此外,还有一定数量的层间植物。七子花群落的乔木层可分为2个亚层。第1亚层高10~18m,胸径9~42cm,林内个别七子花的胸径可达31cm,高12m以上,这一亚层的覆盖度在15%~20%之间,主要树种有拟赤杨、白木乌桕、樱桃、青榨槭、青钱柳等,主要是落叶阔叶中高位芽植物在乔木层第1亚层中构成建群层片或优势层片。第2亚层高5~10m,胸径7~32cm,覆盖度75%~80%,主要树种有七子花、苦槠木、红脉钓樟、江浙钓樟、牛鼻栓、橄榄槭、豹皮樟、毛八角枫等,还有出现在第1亚层的那些种类。落叶小高位芽和常绿小高位芽植物出现在第2亚层,特别是落叶小高位芽植物占优势地位。

灌木层高0.5~3m,盖度在20%~25%之间,包括乔木幼树幼苗共57种,可以分为2个亚层,第1亚层高1.5m以上,由莢蒾(*Viburnum dilatatum*)、尖连蕊茶(*Camellia cuspidata*)、日本紫珠(*Callicarpa japonica*)、野鸦椿(*Euscaphis japonica*)、蜡子树(*Ligustrum molliculm*)、崖花海桐(*Pittosporum illicioides*)、蔓胡颓子(*Elaeagnus glabra*)等种类组成,此外,还有一些乔木幼树。第2亚层高1.5m以下,种类较多,主要由大青(*Clerodendrum cyrtophyllum*)、山莓(*Rubus corchorifolius*)、伞形绣球(*Hydrangea umbellata*)、胡枝子(*Lespedeza bicolor*)、棣棠花(*Kerria japonica*)等种类组成。它们大都是落叶矮高位芽植物组成的层片,此外,还有一些中、小高位芽植物的苗木。

草本层分布不均,常集中生长在群落的透光部位,种类较丰富,达84种,高度一般在10~80cm之间,无明显层次分化,盖度为20%~40%,主要有大叶柴胡(*Bupleurum longiradiatum*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、求米草(*Oplismenus undulatifolius*)、三脉紫菀(*Aster ageratoides*)、紫花前胡(*Angelica decursiva*)、楼梯草(*Elatostema involucratum*)、变豆菜(*Samculla chinensis*)等种类,它们均可在局部成为优势种。草本层主要由种子地面芽植物构成,其次是种子地下芽植物和蕨类地面芽植物,地上芽植物较少。

由于七子花群落分布在沟谷,林内多岩石露头,受流水冲击,凋落物少,土层薄,故地被层不发达,一般呈斑块状分布于林内荫湿处和大树基部,主要由一些蕨类植物所组成,高度低于5cm。

层间植物种类较丰富,其中藤本植物有28种,常见的有紫藤(*Wisteria sinensis*)、鄂西清风藤(*Sabia campanulata* subsp. *ritchiae*)、木通(*Akebia quinata*)、中华猕猴桃(*Actinidia chinensis*)等,它们多属于落叶藤本高位芽植物,常绿藤本高位芽植物也有一定比例,如鹰爪枫(*Holboellia coriacea*)、女娄(*Clematis apiifolia*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*)等,此外,在较茂密和荫湿的林子中,树干和枝条上亦附生有少量的蕨类植物,如圆盖阴石蕨(*Humata tyermanni*)、瓦韦(*Leptisorus thunbergianus*)和一些蕨类植物。

3.2 乔木层物种多样性分析

生物群落是在一定地理区域内,生活在同一环境下的不同种群的集合体,其内部存在着极为复杂的相互关系。生物多样性是群落组织化水平的度量。其中群落在组成和结构上表现出的多样性是认识群落的组织水平,甚至功能状态的基础,也是生物多样性研究中至关重要的方面。七子花群落乔木层种类较丰富,共有植物44种(表2),物种多样性测定结果见表3。从表3中可以看出,Simpson指数平均为4.4514,其值较高,并且Simpson指数反映出各样地物种多样性的差异。如 Q_3 、 Q_5 的测值相对较高,而 Q_7 、 Q_4 、 Q_6 、 Q_2 的测值则较低。虽然各样地的海拔位置和坡向有所不同,但由于各样地均处于同一群落类型之中,而且海拔差异并不是悬殊,故除Simpson指数外,其它指数测值变幅较小,随海拔升高而物种多样性降低的趋势在同一群落内并不显著。

3.3 群落样地间种类的相似性

物种的相似性指的是群落间或取样间植物种类组成的相似程度或相异程度,它是群落分析的一个重要基础。也可适用于同类群落不同样地间植物种类比较,以便对群落的种类组成、空间分布及种间生态关系作充分了解。本文采用相似性百分率对9个样地进行分析(表4),从表4中可以看出, Q_1 和 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 等样地间有较高的种类相似性, Q_6 、 Q_7 、 Q_8 和 Q_9 等样地间的相似性也较高,而 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 、 Q_7 等样地之间亦有较高的相似性。这说明,随着海拔的升高,植物的种类组成有所变化。但由于海拔差异不很大,就全部样地的种类组成和它们一致性的优势种而言,仍属同一群落。

表3 七子花群落各样地的乔木层物种多样性指标比较

Table 3 Comparisons of the diversity indexes of arborous layer of different quadrats in the community of *Heptacodium miconioides*

样方号	种数	Simpson 指数	Shannon-Weiner 指数	种间相遇机率	群落均匀度
NO. of quadrat	Number of species	Simpson index	Shannon-Weiner index	PIE	Evenness
Q ₁	15	4.6918	2.0549	0.7588	0.7869
Q ₂	16	5.4971	2.1137	0.7624	0.8181
Q ₃	11	3.8755	1.7734	0.7395	0.7419
Q ₄	16	3.4348	1.8327	0.6610	0.7090
Q ₅	17	4.7642	2.1146	0.7464	0.7901
Q ₆	14	4.3986	1.9286	0.7308	0.7727
Q ₇	15	3.3939	1.6862	0.6226	0.6981
Q ₈	17	6.4860	2.2168	0.7824	0.8458
Q ₉	11	3.5203	1.8190	0.7586	0.7467
平均 Average	14.67	4.4514	1.9489	0.7292	0.7677

表4 七子花群落各样地间物种相似性指数

Table 4 The index of species similarity between surveyed quadrats in the community of *Heptacodium miconioides*

样地号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
INo. of quadrat.									
Q ₁	—	61.25	59.49	68.05	60.67	48.73	55.18	44.25	57.15
Q ₂		—	52.31	62.21	55.66	50.69	53.13	51.84	59.02
Q ₃			—	61.74	66.29	49.23	46.94	46.22	50.86
Q ₄				—	63.11	54.32	61.85	50.23	63.62
Q ₅					—	61.04	60.03	57.53	54.89
Q ₆						—	56.46	70.92	66.41
Q ₇							—	54.96	64.84
Q ₈								—	57.75
Q ₉									—

3.4 种群结构和分布格局

3.4.1 种群结构 种群是构成群落的基本单位,其结构不仅对群落结构具有直接影响,并能客观地体现出群落的发展趋势。以立木胸径级代替年龄级对七子花种群的年龄结构进行分析(图1)^[8],七子花种群在样方内缺乏Ⅰ级幼苗,Ⅰ级幼树很少,Ⅱ级小树较多,共94株(指3600m²面积内的个体数,下同)。Ⅳ级中树最多,共259株,占总数的70.96%。Ⅴ级大树较少,共11株,占数总的3.01%。由于该群落缺乏幼苗,天然更新困难,故种群年龄属衰退型阶段。

七子花种群的株数随高度级的分布如图2所示^[9]。七子花最高不超过14m,高6~8m的植株最多,共107株,占总数的29.32%。处于第1亚层的有99株,占27.12%,其余多分布在第2亚层,少量分布在灌木层中。

3.3.2 种群分布格局 种群分布格局分析是对于物种生物学特性,种间关系和生境条件等因素综合作用下的种群个体水平空间配置和分布状态作出定量描述,七子花种群分布格局测定结果见表5,方差/均值比值为1.5224,大于1,*t*值为4.4161,经显著性检验为极显著,故为集群分布;*k*=4.8518,为集群分布,但有随机分布之趋势;其它指数 $I_0=1.2052$,大于1;*Cassia* 指标=0.2061,大于0, $I=0.5224$,大于0; $m^*/m=1.2019$,大于1。故七子花种群在样地中的分布格局是集群性的,但集群程度不很高。

上述测定结果和野外分布相一致,由于七子花种群分布在裸岩或岩石露头极多的山坡沟谷中,使得生境差异很大,造成种群呈集群分布。并且群落内的石窝等微环境的发育,造成种子的集群分布,再加上种子多散落在母树周围,故七子花种群的空间分布格局为集群分布。

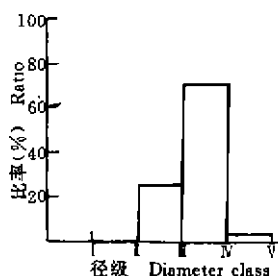


图1 七子花种群径级结构

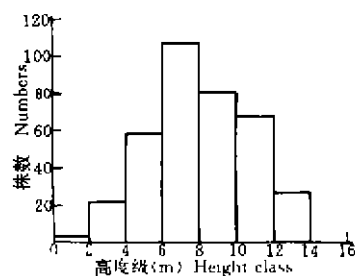
Fig. 1 The diameter class structure of *Heptacodium miconioides* population

图2 七子花种群的高度结构

Fig. 2 The height structure of *Heptacodium miconioides* population

表5 七子花种群分布格局测定结果

Table 5 The results of the study for distribution Pattern of *Heptacodium miconioides* population

均值 Mean	方差 Variance	V/m	t 值 t -value	负二项参数 Negative binomial parameter K	扩散型指数 Index of dispersion I_d	Cashe 指标 Cashe index I/K	丛生指标 Index of clumping I	平均拥挤指数 Index of mean crowding m^*	聚块性指数 Index of patchiness m^*/m	结果 Result
$\bar{m}$	V									
2.5372	3.8589	1.5224	4.4161	4.8518	1.2052	0.2061	0.5224	3.0354	1.2019	集群分布

4 结语

七子花在群落中,七子花的优势突出,是群落的第1优势种;群落垂直结构较复杂,地上成层明显;群落中乔木层的物种多样性指数较高;各样地间的植物种类具有一定的相似性。七子花种群在样地中缺少幼苗,天然更新困难,种群的年龄结构属衰退型;种群的分布格局为集群分布。

七子花是我国特有的单种属植物,它在研究忍冬科系统发育方面有科学价值,又是优良的观赏树木,此种现资源很少,分布面积少且呈散。天台山这一小块七子花群落,实属世上所罕见,应采取切实有效的措施,保护这一珍稀物种。并进行人工促进七子花天然更新和育苗繁殖试验,继而对七子花的生物学特性和生态学特征作进一步调查研究。

参 考 文 献

- 中国科学院植物志编辑委员会. 中国植物志, 72. 北京: 科学出版社, 1988. 110
- 金则新. 浙江天台山种子植物区系分析. 广西植物, 1994, 14(3): 211~215
- 杨一川等. 峨眉山峨眉栲、华木荷群落研究. 植物生态学报, 1994, 18(2): 105~120
- Jhon A. 拉德维格, James F. et al. 李育中等译. 统计生态学. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1990. 58~59
- 王伯荪. 植物群落学. 北京: 高等教育出版社, 1987. 49~55
- 周纪纶等. 植物种群生态学. 北京: 高等教育出版社, 1992. 96~123
- 江洪. 云杉种群生态学. 北京: 中国林业出版社, 1992. 41~45
- 梁士楚. 贵阳喀斯特山地云贵鹅耳枥种群动态研究. 生态学报, 1992, 12(1): 53~59
- 吴榜华等. 紫杉种群结构动态与分布格局的研究. 生态学报, 1994, 14(增刊): 9~13