

# 元江干热河谷植被数量分类及其多样性分析<sup>\*</sup>

刘方炎, 朱 华<sup>\*</sup>

(中国科学院西双版纳热带植物园昆明分部, 云南昆明 650223)

**摘要:** 基于 43 个代表性样地调查资料, 用系统聚类方法中的离差平方和法将元江干热河谷的主要植被分为 7 个群落类型, 并采用 Gleason 物种丰富度指数、Simpson 多样性指数和 Shannon-Weiner 多样性指数以及 Pielou 均匀度指数比较了各群落的物种多样性特征。结果表明: 不同群落之间的物种多样性存在着明显的差异, 这些差异与群落的分布地点、小生境有密切关系。

**关键词:** 植被; 数量分类; 多样性; 干热河谷; 元江

**中图分类号:** Q948 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2005)01-0022-04

## Numerical classification and diversity analysis for the vegetation in the dry-hot valley of Yuanjiang, Yunnan Province

LIU Fang-yan, ZHU Hua<sup>\*</sup>

( Kunming Section of Xishuangbanna Tropical Botanical Garden, Chinese  
Academy of Sciences, Kunming 650223, China )

**Abstract:** The vegetation in the dry-hot valley of Yuanjiang was classified into 7 communities by the Ward's clustering method based on the data of 43 sampling plots. Characteristics and habitats of these communities were also discussed. Diversities of these communities were analyzed by the Gleason richness index, Shannon-Weiner diversity index, Simpson's diversity index and Pielou evenness index. It was revealed that the species diversity varied conspicuously in these communities and were affected by habitats.

**Key words:** vegetation; numerical classification; diversity; dry-hot valley; Yuanjiang, Yunnan

干热河谷是出现在我国西南地区的一种特殊的植被生态景观类型。对元江干热河谷的研究, 过去侧重于定性的植被类型的划分。如金振洲等(2000)采用法瑞学派方法研究了元江干热河谷植被, 并用 Bran-Branquet 植物群落学的分类原则和方法把元江干热河谷的植被分类为 1 个群纲, 2 个群目, 5 个群属和 15 个群丛。数量分类是探讨植物群落特征的一种有效的定量研究方法, 其中, 离差平方和法是植被数量分类中用得较多的一种系统聚类法。为更深入地研究元江干热河谷植被的生物多样性组成特

征, 本文采用离差平方和法对元江干热河谷植被进行数量分类, 并在此基础上对其植物群落的物种多样性进行分析, 探讨植物群落多样性与其环境的关系, 为元江干热河谷植被恢复提供一定的参考依据。

### 1 元江干热河谷环境条件

#### 1.1 自然环境

云南省内的大气环流, 以昆明准静止锋的多年平均位置为界, 以西为西南季风区, 以东为东南季风

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2004-01-16 修订日期: 2004-04-20

基金项目: 国家自然科学基金项目(40271048); 云南省自然科学基金项目(2002C0067M); 中国科学院知识创新工程项目资助。

作者简介: 刘方炎(1977-), 男, 湖北荆门人, 硕士生, 从事植物多样性研究。\*为通讯联系人

区。元江干热河谷地处 23°00' ~ 25°00' N, 100°30' ~ 103°30' E。河流一侧与高耸的哀牢山脉平行,另一侧为间断的高原中山。元江的地理位置处于西南季风区控制范围。其西南面即是与之平行的哀牢山脉,哀牢山西南面还有与之同走向的高大的无量山脉。这两个山脉形成了高大的屏障。西南暖湿气流北上时,在迎风坡形成降雨区,在背风坡——元江河谷形成“焚风效应”。从而导致河谷干热。

元江干热河谷年均温 23.9℃, 10 月的活动积温 8 800℃, 最热月均温 28.6℃, 最冷月均温 16℃, 年极端最低温的多年平均值为 6.2℃, 绝对最低温 3.8℃, 极高温 42.3℃。年降水量 781 mm, 集中于雨季, 年蒸发量 2 892 mm, 大于降水量的 3~4 倍(吴征镒等, 1987)。

## 1.2 植被概况

元江干热河谷地区植被整体上多分为乔、灌、草 3 层或灌、草 2 层, 乔木多稀疏的分布于灌草丛之间, 植被类型被称为“稀树灌木草丛(吴征镒等, 1987)”或“半萨王纳植被(金振洲等, 2000)”。这些植被多由热带性或热带起源的耐干旱的种类组成, 并有长期适应干热条件的植物群落, 如肉质多刺灌丛等。植物多具有耐干旱的特征, 如多毛、多浆、叶片革质或肉质、植株矮小、根系发达等。草本植物占主要成分, 而禾本科植物又在草本植物中占主要地位; 灌木次之, 乔木的种类及数量在这一地区都较少。

## 2 研究方法

### 2.1 样方调查

选取有代表性的样地 43 个。每个样地由 4~5 个 10 m × 10 m 的样方(多数为 5 个, 个别为 4 个)构成, 调查乔木层和灌木层的种类组成; 在样方的四个角落和正中间还设有 5 个 2 m × 2 m 的小样方, 用来调查草本层的种类组成。确定最小样方面积的原则是: 样方面积扩大 1/10, 种类增加不超过 5%(米勒-唐布依斯等, 1986)。

### 2.2 原始数据处理

(1) 以每个样地为单位分别计算乔木、灌木和草本植物的重要值。计算的公式为:

乔木、灌木重要值 = 相对多度 + 相对盖度 + 相对频度; 草本重要值 = 相对盖度 + 相对频度; 重要值取值范围 0~300。(2) 按淘汰偶见种的原则, 将样方中出现次数比率小于 5%, 即恒有度小于 5% 的偶

见种去除。共保留 107 种植物。

### 2.3 数量分类及多样性分析

2.3.1 数量分类 对元江干热河谷植被的数量分类采用系统聚类方法中的离差平方和法(Ward's method), 以及欧式距离系数。

2.3.2 多样性分析 分别利用如下指数度量群落的物种多样性: 丰富度指数: Gleason(1922) 指数  $D' = S / \ln A$ ; 均匀度指数: Pielou 均匀度指数  $J_{sw} = (-\sum P_i \log_2 P_i) / \log_2 S$ ; 多样性指数: 辛普森多样性指数(Simpson's diversity index)  $D = 1 - \sum p_i^2 = 1 - (\sum N_i / N)^2$ ; 香农-威纳指数(Shannon-Weiner index)  $H = -\sum P_i \log_2 P_i$ 。其中  $A$  为单位面积,  $S$  为每个群落(或样地)中出现的种数;  $P_i$  为属于种的个体在全部个体中的比例;  $N_i$  为种的数目,  $N$  为所有种的数目。

## 3 结果与分析

### 3.1 群落类型

通过对元江干热河谷植被的 43 个代表性样地采用系统聚类方法中的离差平方和法以及欧式距离系数进行系统聚类, 结果产生出 7 个(分别为 I、II、III、IV、V、VI、VII) 植物群落类型(图 1)。

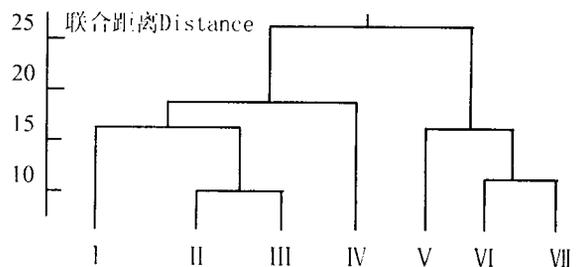


图 1 元江干热河谷植被数量分类树状分枝图

Fig. 1 Dendrogram of numerical classification for the vegetation in the dry-hot valley of Yuanjiang river

、老人皮 + 白头树 - 红花柴 - 孔颖草群落 (Community *Polyalthia cerasoides* + *Garuga forestii* - *Tephrosia purpurea* - *Bothriochloa pertusa*)。本群落类型含样方 29、39、09、41、37、11、30、45、46、35、48、13、15、36、10、40, 分布于东峨、渡口箐沟口(赛青冲沟下)、小甘坝箐、元江湾水沟、元江大明庵老寨箐边等处。坡向不定, 坡度 5°~40°, 海拔多集中在 500~610 m。群落生境相对较潮湿, 部分群落呈现河谷季雨林群落特征。在结构上分为 3 层, 即乔木层、灌木层和草本层。乔木层高 7~20

m, 优势种为老人皮、白头树, 层盖度 46% ~ 95%; 灌木层高 1.3 ~ 3.0 m, 优势种为红花柴, 层盖度 22% ~ 70%; 草本层高 0.3 ~ 0.5 m, 优势种为孔颖草, 层盖度 7% ~ 53%。伴生植物种有: 单叶拿身草 (*Desmodium zonatum*)、黄花稔 (*Sida acuta*)、叶下珠 (*Phyllanthus urinaria*)、香茅草 (*Cymbopogon citratus*)、飞蓬 (*Eriogon breviscapus*)、厚皮树 (*Lannea coromandelica*)、云南柿 (*Diospyros yunnanensis*)、白花羊蹄甲 (*Bauhinia variegata*)、余甘子 (*Phyllanthus emblica*)、小花扁担杆 (*Grewia biloba*)、紫珠 (*Callicarpa bodinieri*)、黄荆 (*Vitex negundo*) 等。

、心叶水团花 + 老人皮 - 扭黄茅 + 羽芒菊群落 (Community *Adina cordifolia* + *Polyalthia cerasoides* - *Heteropogon contortus* + *Tridax procumbens*)。本群落类型含样方 12、14, 分布于元江清水河电站附近山坡, 坡向为东南和西南, 坡度约 25°, 海拔 760 ~ 780 m。群落分为乔木层和草本层。乔木层高 5 ~ 13 m, 优势植物种为心叶水团花、山合欢 (*Albizia kalkora*)、老人皮, 层盖度 35% ~ 60%; 草本层高 0.5 ~ 0.8 m, 优势种为扭黄茅、羽芒菊, 层盖度 17% ~ 35%。伴生植物种有: 叶下珠、小花扁担杆、黄花稔、蛇婆子 (*Waltheria americana*)、白花羊蹄甲等。

、火索麻 - 扭黄茅 + 孔颖草群落 (Community *Helicteres isora* - *Heteropogon contortus* + *Bothriochloa pertusa*)。本群落类型含样方 31、33、28、32、49、34、42、08, 分布于元江渡口右侧、昆洛公路 259 ~ 263 km 处和封山育林的南山。海拔 496 ~ 700 m。群落分为灌木层和草本层。灌木层高 1.2 ~ 3.0 m, 优势种为火索麻; 层盖度 40% ~ 80%; 草本层高 0.1 ~ 0.4 m, 优势种为扭黄茅、孔颖草, 层盖度 20% ~ 45%。伴生植物种有: 红花柴、飞扬草 (*Euphorbia hirta*)、叶下珠、山蚂蝗 (*Desmodium renifolium*)、黄花稔、老人皮、蛇婆子、厚皮树、三叶漆 (*Terminthia paniculata*)、老虎刺 (*Pterolobium punctatum*) 等。

、小石积 + 黄荆 - 扭黄茅群落 (Community *Osteomeles schwerianae* + *Vitex negundo* - *Heteropogon contortus*)。本群落类型含样方 19、20、18、21、22、16, 分布于大明庵庄后山坟山、大明庵箐对面山头、大明庵庄阴脚坟山以及大明庵庄后山等。海拔 550 ~ 570 m, 坡度 10° ~ 29°。群落分为灌木层和

草本层, 乔木零星分布。灌木层高 1.4 ~ 1.8 m, 优势种为小石积、黄荆, 层盖度 60% ~ 85%; 草本层高 0.15 ~ 0.3 m, 优势种为扭黄茅, 层盖度 10% ~ 30%。伴生植物种有: 孔颖草、假苜蓿 (*Crotalaria medicaginea*)、叶下珠、甜虎刺、三叶漆、豆腐果 (*Buchanania latifolia*) 等。

、余甘子 - 扭黄茅群落 (Community *Phyllanthus emblica* - *Heteropogon contortus*)。本群落类型含样方 07、17、05, 分布于红河东岸鸡爪山、大明庵庄后山、元江果木林场。海拔 570 ~ 600 m。群落分两层, 即乔木层和草本层, 灌木种类和数量均稀少。乔木层高 1.0 ~ 1.5 m, 优势种为余甘子, 层盖度 22% ~ 33%; 草本层高 0.2 ~ 0.4 m, 优势种为扭黄茅, 层盖度 30% ~ 55%。伴生植物种有: 孔颖草、蔓草虫豆 (*Atylosia scarabaeoides*)、红花柴等。

、厚皮树 - 小石积 - 扭黄茅群落 (Community *Lannea coromandelica* - *Osteomeles schwerianae* - *Heteropogon contortus*)。本群落类型含样方 02、06、03, 分布于凉亭坡山顶、果木林场、江东红石岩右侧山坡, 海拔 600 ~ 1 040 m。群落分为乔木层、灌木层和草本层。乔木层高 1.8 ~ 7.5 m, 优势种为厚皮树, 层盖度 10% ~ 50%; 灌木层高 1.8 ~ 2.0 m, 优势种为小石积、三叶漆, 层盖度 30% ~ 40%; 草本层高 0.3 ~ 0.6 m, 优势种为扭黄茅, 层盖度 30% ~ 70%。伴生植物种有: 白头树 (*Garuga forrestii*)、清香木 (*Pistacia weinmannifolia*)、老虎刺、豆腐果、白花羊蹄甲、羽芒菊 (*Tridax procumbens*) 等。

、豆腐果 - 三叶漆 - 扭黄茅群落 (Community *Buchanania latifolia* - *Terminthia paniculata* - *Heteropogon contortus*)。本群落类型含样方 38、44、01、04、27, 分布于甘庄昆洛公路、凉亭坡、江东红石岩右前侧等处。海拔 780 ~ 940 m。坡度 11° ~ 40°。群落分为 3 层, 即乔木层、灌木层和草本层。乔木层高 4 ~ 5.5 m, 优势种为豆腐果, 层盖度 9% ~ 25%; 灌木层高 1.5 ~ 2.0 m, 优势种为三叶漆、余甘子, 层盖度 7% ~ 30%; 草本层高 0.3 ~ 0.5 m, 优势种为扭黄茅, 层盖度 40% ~ 95%。伴生植物种有红花柴、清香木、香茅草、小石积、虾子花、浆果楝 (*Cipadessa baccifera*)、火索麻、厚皮树等。

### 3.2 群落物种多样性

从元江干热河谷 7 个植物群落类型的物种丰富度、多样性指数和均匀度指数的折线图可以看出 (图 2、3、4), 群落的辛普森多样性指数和香农 - 威纳多

样性指数反映的各群落多样性的关系基本一致。并且,多样性指数与均匀度指数之间有很好的相关性。

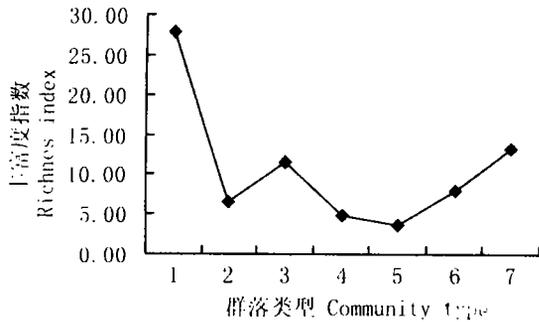


图 2 七个群落的丰富度指数

Fig. 2 Richness index of 7 communities

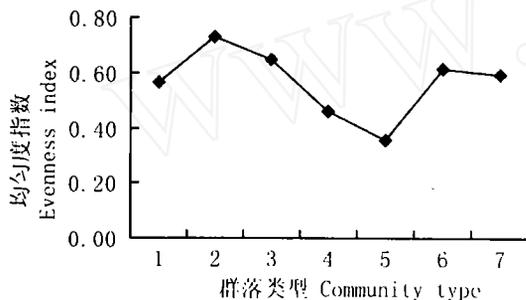


图 3 七个群落的辛普森多样性指数和香农-威纳多样性指数

Fig. 3 Simpson's diversity index and Shannon-Weiner diversity index of 7 communities

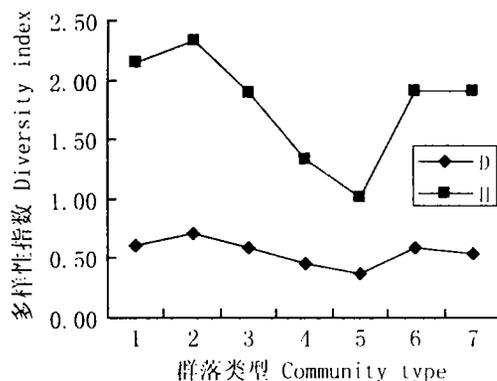


图 4 七个群落的均匀度指数

Fig. 4 Evenness index of 7 communities

老人皮 + 白头树 - 红花柴 - 孔颖草群落(群落类型 1)多分布于元江较湿润的沟谷地区,物种相对比较丰富,但其分布很不均匀。图中可看出群落的丰富度指数远远高于其它群落的丰富度指数,但均匀度指数却不是很高,因此其多样性指数,无论是辛普森多样性指数还是香农-威纳多样性指数,都

没有心叶水团花 + 老人皮 - 扭黄茅 + 羽芒菊群落(群落 2)高。群落 2 的丰富度指数远远低于群落 1,但其均匀度指数高于群落 1,最终使其多样性指数比群落 1 高。余甘子 - 扭黄茅群落(群落类型 3)多分布于人为活动较频繁的地区附近,如大明庵庄后山等地,受人类活动影响较严重,物种比较稀少,分布也不均匀。无论是丰富度指数还是均匀度指数,群落 5 都是这 7 个群落中最低的。豆腐果 - 三叶漆 - 扭黄茅群落(群落 4)的丰富度指数高于厚皮树 - 小石积 - 扭黄茅群落(群落 6),但多样性指数与群落 6 基本持平。从这三个图中也不难看出,这和其均匀度指数的下降有较大的关系。火索麻 - 扭黄茅 + 孔颖草群落(群落 7)、小石积 + 黄荆 - 扭黄茅群落(群落 6)、余甘子 - 扭黄茅群落(群落 3)和厚皮树 - 小石积 - 扭黄茅群落(群落 6)的丰富度指数、多样性指数以及均匀度指数的变化趋势基本相同。

总之,群落的丰富度指数、多样性指数、均匀度指数的折线图较好的反映了元江干热河谷 7 个群落类型的物种丰富程度、种类组成等方面的差异。

## 4 讨论

(1) 金振洲等(2000)采用 Bran-Blanquet 群落分类法,主要是利用群落中的优势种、建群种对元江干热河谷植被进行分类;我们采用数量方法进行分群,是利用群落中所有植物种的综合特征进行的群落分类。与金振洲的结果类似,但也有一定的差异。

(2) 元江干热河谷总的气候特征为高温少雨,环境不利于很多植物种的生长。总体来说,植物多样性相对较低。但由于地形、海拔等小环境的差异,各个群落类型的物种多样性存在着较大的差异。在环境比较适合的地方,物种多样性就较高,如老人皮 + 白头树 - 红花柴 - 孔颖草群落中部分样地甚至呈现出河谷季雨林群落特征,物种极其丰富;在环境条件比较干热,人为活动密集的地方,如余甘子 - 扭黄茅群落,物种多样性就较低。

(3) 由于本次调查中,肉质多刺灌丛群落类型的数据资料不全,因此没有将其纳入数量分类的步骤。但肉质多刺灌丛也是元江干热河谷非常有代表性的一种次生植被类型,是在干热河谷原生植被遭到破坏以后,人工栽培的霸王鞭和仙人掌在局部特别干热土薄多石的地方发展而形成的。本群落类型面积不

(下转第 92 页 Continue on page 92)

- 周利辉. 1998. 罗勒品种及其利用价值[J]. 蔬菜, (3): 13.
- 周新月, 陈恒彬. 1994. 一种有开发应用前景的资源植物 - 甜罗勒(综述)[J]. 亚热带植物通讯, 23(1): 69 - 72.
- 黄士诚. 1995. 富含某些芳香化合物的香料植物[J]. 香料香精化妆品, (4): 34 - 36.
- 黄奕怡, 徐东升, 陈建才. 2003. 芳香植物罗勒品种栽培技术初报[J]. 上海农业科技, (3): 95 - 96.
- Edris AE, Farrag SE. 2003. Antifungal activity of peppermint and sweet basil essential oils and their major aroma constituents on some plant pathogenic fungi from the vapor phase [J]. *Nahrung/ Food*, 47(2): 117 - 121.
- 兰 RF(兰瑞芳), Feng S(冯 珊). 2001. Studies on the chemical constituents of essential oil of *Ocimum basilicum* growing in Fujian Province(闽产罗勒油化学成分研究)[J]. *Strait Pharmaceutical J*(海峡药理学), 13(1): 51 - 52.
- Li DJ(李大景), Shao JL(邵金良), Zhang ZL(张忠录), et al. 2001. Pharmacological studies on elemene and clinical application(榄香烯的药理研究及临床应用)[J]. *Lishizhen Medicine and Materia Medica Research*(时珍国医国药), 12(12): 1123 - 1124.
- Li JW(李建文), Chen GL(陈贵林), He HJ(何洪巨). 2003. Analysis of volatile components of *Ocimum basilicum* by GC/MS(GC-MS法测定罗勒中芳香成分)[J]. *Modern Instrument*(现代仪器), (2): 19 - 21.
- Liao CL(廖超林), Lu SM(卢少明). 1999. Constituents of the essential oil of holy basil from Thailand(GC/MS分析泰国圣罗勒精油(Holy basil oil)化学成分的研究)[J]. *Flavour Fragrance Cosmetic*(香料香精化妆品), (3): 6 - 8.
- Wang T(汪 涛), Cui SY(崔书亚), Hu XL(胡晓黎), et al. 2003. Study on the constituents of volatile oil from *Ocimum basilicum*(罗勒挥发油成分研究)[J]. *China J Chinese Materia Medica*(中国中药杂志), 28(8): 740 - 742.
- Yao L(姚 雷), Bi L(毕 磊). 2002. Effect on the growth and essential oil contents of sweet basil with different nutrition media treatments(不同营养液栽培对甜罗勒的生长及精油含量的影响)[J]. *J Shanghai Jiaotong University (Agricultural Science)*(上海交通大学学报农业科学版), 20(4): 302 - 306.

(上接第 25 页 Continue from page 25)

大,分布零散。主要由霸王鞭组成,间或混生矮化乔木厚皮树、灰毛浆果楝等,在一些地段上仙人掌可成为亚优势种。霸王鞭和仙人掌常长得高大、呈树状。

### 参考文献:

- 米勒·唐布依斯, H 埃仑伯格. 1986. 植被生态学的目的和方法[M]. 北京: 科学出版社.
- 孙儒泳, 李 博, 诸葛阳, 等. 1993. 普通生态学[M]. 北京: 高等教育出版社, 128 - 181.
- 阳含熙, 卢泽愚. 1981. 植物生态学的数量分类方法[M]. 北京: 科学出版社.
- 吴征镒, 朱彦丞, 等. 1987. 云南植被[M]. 北京: 科学出版社, 503 - 504.
- 金振洲, 欧晓昆. 2000. 元江、怒江、金沙江、澜沧江干热河谷植被[M]. 昆明: 云南大学出版社, 云南科技出版社, 285 - 286.
- 张金屯. 1995. 植被数量生态学方法[M]. 北京: 中国科技出版社.
- Jiang H(江 洪). 1994. DCA ordination, quantitative classification and environmental interpretation of spruce and fir communities in Northwest Sichuan and South Gansu(川西北甘南云冷杉林的数量分类)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 18(4): 297 - 305.
- Jin ZZ(金振洲), Ou XK(欧晓昆). 1998. The phytosociological classification of Braun Blangute's syntaxa for the dry-hot valley vegetation in Yunnan-Sichuan region(滇川干热河谷植被布朗布朗喀群落分类单位的植物群落学分类)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 20(3): 279 - 294.
- Jin ZZ(金振洲). 1999. A phytosociological study on the semi-savanna vegetation in the dry-hot valleys of Yuanjiang River, Yunnan(云南元江干热河谷半萨王纳植被的植物群落学研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 19(4): 289 - 302.
- Peng YH(彭映辉), Jian YX(简永兴), Ni LY(倪乐意), et al. 2003. Aquatic plant diversity and its changes in Changhu lake of Hubei Province in China(长湖水生植物多样性及其变化)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 25(2): 173 - 180.
- Shang Guan TL(上官铁梁), Jia ZL(贾志力), Xu N(许 念), et al. 2000. The classification and the diversity analysis of plant community in flood plain grassland of the Fen River, Shanxi(汾河河漫滩草地植物群落的分类及其多样性分析)[J]. *Grassland of China*(中国草地), 4: 9 - 15.
- Xiang H(相 辉), Yue M(岳 明). 2001. Quantitative classification and environmental interpretation on forest communities in Loess Plateau of the north of Shanxi Province(陕北黄土高原森林植被数量分类及环境解释)[J]. *Acta Bot Boreal-Occident Sin*(西北植物学报), 21(4): 726 - 731.
- Zhang F(张 峰), Zhang JT(张金屯). 2000. Research progress of numerical classification and ordination of vegetation in China(我国植被数量分类和排序研究进展)[J]. *J Shanxi Univ(Nat Sci Ed)*(山西大学学报(自然科学版)), 23(3): 278 - 282.
- Zhu H(朱 华). 1990. A study on the thorny succulent shrubs in dry-hot valley of Yuanjiang County(元江干热河谷肉质多刺灌丛的研究)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 12(3): 301 - 310.