

宁夏香山荒漠草原区生物多样性与环境特征研究^{*}

尚占环

姚爱兴 辛明

(甘肃农业大学草业学院 兰州 730070) (宁夏大学草业科学研究所 银川 750021)

龙瑞军^{**}

郭瑞英

(中国科学院西北高原生物研究所 西宁 810001) (中国农业大学资源环境学院 北京 100094)

摘要 采用大样地、典型固定样地调查方法,对宁夏香山荒漠草原区生物多样性与环境特征进行了研究。结果表明,研究区所调查 151 种植物分属 39 科、95 属;植物群落分布体现了山地荒漠草原的特征,多数植物群落类型分布在山地阴坡;群落多样性动态受时间、地形影响较大,在土壤属性中受土壤含水量影响较大;灌丛植被在该山地生态系统中处于重要地位,是生态功能维持的主要因素;昆虫群落符合干旱地区草地植物群落特征,大型动物的稀有也提示对该地区进行生物多样性保护日益紧迫。

关键词 宁夏香山 荒漠草原 生物多样性 生态环境保护

Studies on the environment and biodiversity of the desert grassland area in Xiangshan Mountain, Ningxia. SHANG Zhan Huan (College of Pratacultural Science, Gansu Agricultural University, Lanzhou 730070, China), YAO Ai Xing, XIN Ming (Institute of Pratacultural Science, Ningxia University, Yinchuan 750021, China), LONG Rui Jun (Northwest Plateau Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences, Xining 810001, China), GUO Rui Ying (College of Resources and Environmental Science, China Agricultural University, Beijing 100094, China), *CJEA*, 2006, 14(3): 28~32

Abstract Based on the investigation of the large plots and typical samples, the environment and biodiversity of the desert grassland area in Xiangshan Mountain, Ningxia were analyzed. The results show that the 151 species investigated in the region belong to 39 families or 95 genera. The distribution of plant community fits the characteristics of mountainous desert grassland. The most types of the community are in the shady slope of the mountain. The dynamics of the community diversity are influenced by the time, topography, and soil moisture content very much. Shrubby community is the most important factor to maintain the function of ecosystem. It is the keystone for the biodiversity conservation in the region. The insect communities are fitting with the characteristics of grassland communities in the dry area. Few of large animals indicates that the conservation must be done.

Key words Xiangshan Mountain in Ningxia, Desert grassland, Biodiversity, Ecological conservation

(Received Sept. 10, 2004; revised Nov. 28, 2004)

宁夏香山荒漠草原区是我国特有裘皮用山羊——中卫山羊的核心产地,负有种质资源保护的重任;该地区山地生态系统也是宁夏中部干旱地区生态系统稳定性及功能维持的重点地区。由于全球性气候变化及人类开发利用过度,导致该地区生境恶化,生态系统功能严重衰弱,中卫山羊品质严重下降。目前对该区中卫山羊种质方面研究已见报道^[1~3],而对该区生物多样性、生态环境的研究报道则较少^[4,5]。本试验研究了宁夏香山荒漠草原区生物多样性与环境特征,为防止干旱山地生境退化、荒漠化,促进荒漠草地生态系统恢复以及宁夏中卫山羊种质资源保护提供科学依据。

1 研究区域概况与研究方法

研究区位于宁夏中卫县西南地区与同心县、中宁县交界地带,地处东经 105°31',北纬 37°15',包括香山北部地区、香山台地(黄河阶地)、天井山和米钵山。该区地形复杂,山峦起伏,沟壑纵横,海拔高度 1300~2100m,为典型大陆性气候,日照强烈,风沙大,降雨少,蒸发大,生长季节短。年均气温 9.27℃,年极端最高气温 37.6℃,

^{*} 国家自然科学基金项目(39960052)、教育部骨干教师计划项目和中国科学院百人计划项目资助

^{**} 通讯作者

收稿日期:2004-09-10 改回日期:2004-11-28

年极端最低气温 - 22.7℃, 年均降水量 189.35mm, 年均蒸发量 1969.58mm, 平均相对湿度 56.67%, 年均日照时数 3126.17h, 年无霜期 158.83d。水源以山泉为主, 水质略带微碱性, pH 值为 7.0~7.5, 地带性土壤为灰钙土, 山地中多为山地发育的浅层粗骨灰钙土, 部分土层较厚, 中部有山地发育的地域性红粘土。

对 10 个样地(香山台地、老场部、大梁、同场堡、小井子、朱家圈、月牙湾、刘武井、天井山、米钵山, 海拔依次增高)进行物种、群落类型调查, 样地面积为 1.5 万 m²; 在其中台地、同场堡、月牙湾、米家圈、刘武井、天井山 6 个样地固定典型样方进行调查, 在样地内设置多个样方(5~8 个), 灌丛群落设样方大小为 10m × 20m, 草本群落样方大小为 1m × 1m, 调查物种的高度、多度、频度、盖度、地上生物量。在以上调查基础上根据马克平^[6]、丁岩钦^[7]的综合评价选取几种多样性指数计算群落多样性。植物生活型分析根据丹麦学者 Ravnkiaer 的划分方法, 植物生态型和群落描述按《宁夏植被》^[8]进行。在样地内分 0~10cm、10~20cm 和 20~30cm 3 层采集土样, 测定土壤厚度(根层)、含水量(烘干称重法)、有机质(重铬酸钾容量法外加热)、pH 值(pH 计)、全盐量(电导率法)、有效氮(扩散吸收法)、速效磷(碳酸氢钠法)、速效钾(火焰光度计法)、土壤容重(环刀法)。在每个样地内选择 100m² 的草地, 采用网捕法, 每样地设 100 网, 统计昆虫数量并装入毒瓶, 毒死后带回实验室进行种类鉴定。对于蚂蚁、拟步甲等昆虫, 采用挖掘法进行采集, 以巢穴的数量计算蚂蚁数目。大型脊椎动物根据调查者目击确定, 同时采用动物活动痕迹判断, 对于稀有动物根据走访当地牧民记录。为尽量减少对动物的捕捉, 大型动物同时采用望远镜(50 倍和 100 倍)观察确定。调查时间为 2001 年 7~8 月和 2002 年 5~11 月份, 每月中旬进行。

几种多样性指数为: 丰富度指数中 $Richness = S [RicR]$, $d_{max} = (s - 1) / \ln N [MarR]$; 均匀度指数中 Shannon-Wiener 均匀度指数为 $J_{SW} = H' / H'_{max} = (- \sum P_i \log P_i) / \log S [ShaE]$, Heip 均匀度指数为 $E_h = [\exp(- \sum P_i \ln P_i) - 1] / (S - 1) [HelE]$, Alatalo 均匀度指数为 $E_a = [1 / (\sum P_i^2) - 1] / [\exp(- \sum P_i \log P_i) - 1] [AlaE]$, Simpson 均匀度指数为 $C = 1 / \sum_{i=1}^s P_i^2 [SimE]$, Sheldon 均匀度指数为 $E_s = \exp(- \sum P_i \ln P_i) / S [SheE]$; 变化度指数中 Shannon-Wiener 指数为 $H = - \sum P_i \log P_i [ShaV]$, McIntosh 指数为 $D = \frac{N - \sum U}{N - \sqrt{N}} U = (\sum_{i=1}^n N_i^2)^{1/2} [McIV]$, Brillouin 指数为 $HB = (1 / N) \log [Ni / (N_1!, N_2!, \dots, N_s!)] [Briv]$, Simpson 多样性指数为 $D = 1 - [\sum Ni(Ni - 1) / N(N - 1)] = 1 - \sum P_i^2 [SimV]$; 优势度指数中 Simpson 优势度指数为 $C = \sum_{i=1}^s [Ni(Ni - 1) / N(N - 1)]^2 [SimD]$; 重要值中 $P_{i1} = (\text{相对频度} + \text{相对高度} + \text{相对多度} + \text{相对盖度}) / 4$, $P_{i2} = (\text{相对频度} + \text{相对高度} + \text{相对多度} + \text{相对盖度} + \text{相对干物质重}) / 5$ 。式中, S 为物种总数, N 为物种总个体数, N_i 为第 i 种物种各体数, P_i 为物种 i 的重要值 (P_{i1} 和 P_{i2}), 方括号内为在文中的简写。

2 结果与分析

2.1 植物多样性

研究区内共调查到植物 151 种, 分属 39 科, 95 属(不包括栽培植物及其他文献记载但未调查到的植物), 其中裸子植物 1 科、1 属、2 种, 被子植物中双子叶植物 34 科、79 属、123 种, 单子叶植物 4 科、15 属、26 种。在所调查的 39 科植物中, 第一大科为菊科, 依次为豆科、禾本科和藜科, 符合西北干旱区植物组成的特征。39

表 1 研究植物生态-生活型统计

Tab. 1 The statistics of ecological-biological spectrum for all plants in the tested region

项 目 Items	乔木 Arbor		灌木 Shrub			草本 Herbage		
	乔木 Arbor	灌木 Shrub	半灌木 Semi-shrub	小灌木 Small-shrub	小半灌木 Small-semi-shrub	一年生 Annual	二年生 Biennial	多年生 Perennial
数 量	2	11	8	5	9	40	5	71
百分比/%	1.32	7.28	5.30	3.31	5.96	26.49	3.31	47.02
项 目 Items	强旱生 Strong-xerophytic	旱生 Xero-phytic	沙旱生 Sand-xerophytic	旱-中生 Xerophytic-mesophytic	中生(耐盐型) Mesophytic(salt)	一年生植物(中生) Aannual(musophytic)		寄生 Parasitic
数 量	4	51	11	43	35(9)	37(14)		1
百分比/%	2.65	33.77	7.28	28.48	23.18(5.96)	24.50(9.27)		0.66
项 目 Items	高位芽植物 Phanerophyte	地上芽植物 Chamaephyte	地面芽植物 Hemicryptophyte	地下芽植物 Geocryptophyte	一年生植物 Annual plants			
数 量	17	25	63	6	40			
百分比/%	11.26	16.56	41.72	3.97	26.49			

科植物中有 26 科在研究区只含有 1 个属, 占总科数的 66.7%, 其中 16 个科在本地区只含有 1 个种, 占总科数的 41%; 另有 64 属在本区范围内只出现 1 种植物, 占总属数的 67.4%。有 3 个单型属, 如花柴属、野胡麻属、沙冬青属比例很少, 其原因与产区范围小有关。由表 1 可知组成本区植物生活型主要是乔木、灌木、半灌木、小半灌木、多年生草本及一、二年生草本植物, 生态类型主要有强旱生、旱生、沙旱生、旱中生、中生、盐生、一年生植物及寄生植物等。在所调查的 151 种植物中, 草本植物 116 种占 76.82%, 灌木占 21.85%, 一年生植物中的中生植物占总种数的 9.27%, 中生植物中的耐盐型占总种数的 5.96%。旱生植物居多, 符合本地区的大环境, 强旱生或超旱生植物少, 中生及早中生植物较多, 说明山体在植被发育中具有一定作用。

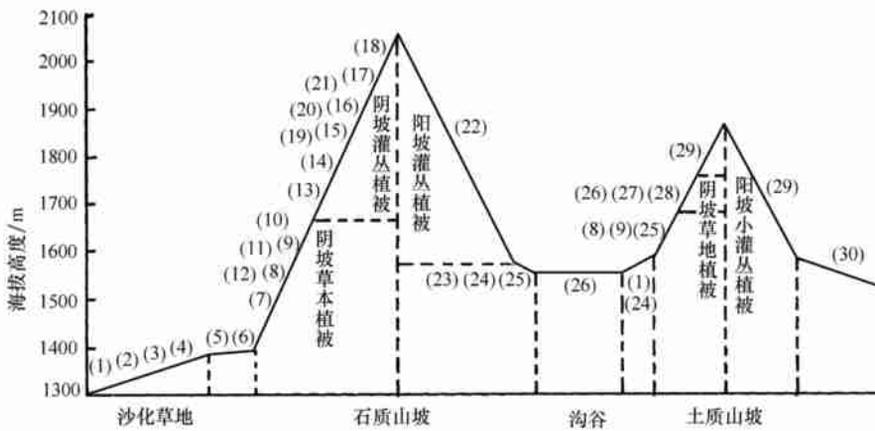


图 1 研究区主要植物群落类型山地分布模式图 *

Fig. 1 The model graph of the main plant communities in the tested region

*图中(1)为油蒿群落, (2)为老瓜头群落, (3)为猫头刺群落, (4)为狭叶锦鸡儿群落, (5)为长芒草-阿尔泰狗娃花群落, (6)为雾冰藜群落, (7)为阿尔泰狗娃花-虻果芥群落, (8)为长芒草群落, (9)为短花针茅群落, (10)为冠芒草群落, (11)为冰草群落, (12)为冷蒿群落, (13)为多根葱群落, (14)为灰藜群落, (15)为小檗群落, (16)为蒙古绣线菊群落, (17)为木贼麻黄群落, (18)为柠条群落, (19)为荒漠锦鸡儿群落, (20)为铁杆蒿群落, (21)为沙冬青群落, (22)为刺旋花群落, (23)为灰榆疏林群落, (24)为猪毛菜-长芒草群落, (25)为醉马草群落, (26)为虎尾草群落, (27)为红砂群落, (28)为披针叶黄华群落, (29)为川青锦鸡儿群落, (30)为糙隐子草群落。

主要植被在山体内分布特征。由图 1 可知山体植被垂直分布不明显, 海拔对该山体植被分布的影响较小, 阳坡几乎无垂直结构, 仅在阴坡可分出垂直结构, 较符合干旱山地植被垂直分布特征。其中冷蒿 (*Artemisia frigida*) 种群不仅为海拔 1300m 草地植被的主要组成者, 且一直到 2100m 均有分布, 逐渐成为主要分布种群。醉马草 (*Achnatherum inebrians*) 种群遍布全区, 它分布的广泛性与放牧干扰有很大关系, 家畜活动是其种子在山地中散布的主要动力。锦鸡儿属植物红砂 (*Reaumuria soongorica*)、猪毛菜 (*Salsola collina*)、虻果芥 (*Torularia humilis*)、骆驼蓬 (*Peganum harmala*)、芨芨草 (*Achnatherum*

splendens) 等为干旱山坡植被主要构成者, 它们构成的群落在垂直带谱上分布无明显分异。

由表 2 可知不同样地物种丰富度指数变化基本一致, 由低海拔到海拔依次增加, 与前面物种丰富度空间格局分析结果一致; 4 个均匀度指数中 AlaE 和 ShaE 处于增加趋势, 而 HelE 和 SheE 则相反; 4 个变化度指数均增加, 优势度与均匀度指数变化则相反。海拔梯度下群落整体多样性的变化反映了该地区植物群落随地形、地势等条件变化的特点。沙化草地(台地)群落多样性低的原因是由于一年内各个季节优势物种的存在削弱了其他物种在群落内的重要性。海拔较高的样地放牧也较轻, 说明适度干扰可增加群落物种的均匀度。中间海拔样地群落放牧较重, 削弱了

优势物种的优势, 使其他物种也受到强烈影响, 导致群落多样性降低。变化度指数中 4 个指数均随海拔升高而呈逐渐升高趋势, 与物种丰富度和均匀度变化趋势一致, 表明变化度指数是丰富度和均匀度的函数。各指数基本反映了植物群落的空间格局, 但在环境梯度下差异不显著, 表明干扰对环境梯度的消除作用较明显。

表 2 各多样性指数在不同样地间的变化

Tab. 2 The variation of different indexes at different locations

样地 Plots	丰富度指数		均匀度指数			优势度指数			变化度指数		
	Richness index		Evenness index			Dominance index			Variability index		
	RicR	MarR	AlaE	ShaE	HelE	SheE	SimD	ShaV	BriV	SimV	MciV
台地	1.290	2.780	4.616	0.776	0.089	0.527	0.153	2.278	2.968	0.847	0.681
同场堡	1.275	2.655	5.356	0.832	0.102	0.617	0.128	2.385	3.117	0.872	0.714
月牙湾	1.342	3.161	6.229	0.839	0.079	0.616	0.112	2.548	3.297	0.888	0.740
朱家圈	1.386	3.512	6.456	0.819	0.066	0.568	0.112	2.594	3.345	0.888	0.741
刘武井	1.401	3.652	6.386	0.803	0.062	0.534	0.110	2.581	3.309	0.890	0.745
天井山	1.491	4.456	9.766	0.842	0.048	0.585	0.073	2.889	3.695	0.927	0.807

2.2 动物物种多样性

所捕获昆虫标本分别隶属于 10 目 38 科 69 属 79 种。由表 3 可知该区昆虫主要由鞘翅目、直翅目、鳞翅目、膜翅目等 4 目昆虫组成,共占到群落中科的 78.95%,属的 88.41%,种的 89.87%,个体数量的 83.33%。昆虫个体数量较多的有直翅目的蝗虫类(占全部个体数量的 26.32%)、半翅目的蝽类(占全部个体数量的 8.11%)、鞘翅目的拟步甲类(占全部个体数量的 21.05%)、膜翅目的蚁类(占全部

个体数量的 5.92%)等。由表 4 可知,香山的天敌昆虫科数、属数、种数以及个体数量均较少,尤其是个体数量仅占个体总数的 7.02%,可以推测天敌昆虫对害虫的控制作用应很小。而植食性昆虫在科数、属数、种数上均占较大优势,个体数量达到个体总数的 87.50%。其他类群在科数、属数、种数及个体数量上也很少。

表 4 香山昆虫的类群

Tab. 4 Insect group in Xiangshan Mountain

项 目	昆虫群落	植食性群落	捕食性群落	其他类群
Items	Insect com.	Ryht. group	Pred. group	Others
科 数	38	26	9	3
百分比/ %	-	68.42	23.68	7.89
属 数	69	49	14	6
百分比/ %	-	71.01	20.29	8.70
种 数	79	56	14	9
百分比/ %	-	70.89	17.72	11.39
个体数量	456	399	32	25
百分比/ %	-	87.50	7.02	5.48

表 3 香山地区昆虫群落结构

Tab. 3 The structure of insect communities in Xiangshan Mountains

目 名	科	百分比/ %	属	百分比/ %	种	百分比/ %	个体数量	百分比/ %
Insect order	Family	Percent	Genera	Percent	Species	Percent	Number of individuals	Percent
缨尾目	1	2.63	1	1.45	1	1.27	4	0.88
直翅目	6	15.79	16	23.19	19	24.05	138	30.26
革翅目	1	2.63	1	1.45	1	1.27	1	0.22
蜻蜓目	1	2.63	1	1.45	1	1.27	3	0.66
半翅目	2	5.26	2	2.90	2	2.53	37	8.11
同翅目	1	2.63	1	1.45	1	1.27	13	2.85
鳞翅目	5	13.16	7	10.14	7	8.86	21	4.61
鞘翅目	17	44.74	28	40.58	33	41.77	182	39.91
膜翅目	2	5.26	10	14.49	12	15.19	39	8.55
双翅目	2	5.26	2	2.90	2	2.53	18	3.95
合 计	38	-	69	-	79	-	456	-

量仅占个体总数的 7.02%,可以推测天敌昆虫对害虫的控制作用应很小。而植食性昆虫在科数、属数、种数上均占较大优势,个体数量达到个体总数的 87.50%。其他类群在科数、属数、种数及个体数量上也很少。

研究区内由于中卫绒山羊放牧过度,生态幅度过大,直接影响了其它动物的生存,主要有石羊 *Pseudois nayaur* (Hodson)、石鸡-贺兰山亚种 *Alectoris chukar potanini* Sushkin、虎斑游蛇大陆亚种 *Natrix tigrina lateralis* (David)、花条蛇

Psammophis lineolatus (Brandt)、荒漠麻蜥 *Eremias przewalskii* (Strauch)、密点麻蜥 *Eremias multiocellata* Guenther、长爪沙鼠 *Meriones unguiculatus* (Milne-Edwards)、子午沙鼠 *Meriones merideanus* (Pallas)、仓鼠 *Cricetulus migratorius* (Pallas)、达乌里鼠兔 *Ochotona daurica* Pallas、蒙古兔 *Lepus capensis* Pallas、鸢亚种 *Milvus korschum lineatus* (J. E. Gray)、老鸱亚种 *Corvus frugilegus pastinator* Gould。

2.3 环境特征与生物多样性关系

为探讨生物多样性与环境因子相关性,将时间、地形、样方位置等因子赋值,并将土壤层次理化性质合并,分析群落多样性与环境因子的关联度。由表 5 可知该区影响物种多样性的最大因子为地形因子,即坡度,它在山地大环境中是造成水、热及土壤养分再分配的重要因子。其次的环境因子为土壤有机质、海拔、全盐含量等。时间因子和不同土壤质地(沙化草地、石质山坡、土质山坡)影响较小,这与整个生长期物种消长及多样性指数测度内容有关。全盐、酸碱度和质地对优势度指数影响较大,物种均匀度在整个环境、时间梯度内受时间影响最大,其次为土壤容重、海拔、坡度、有机质,在干旱条件下群落均匀性受群落内普通物种(大多为一年生植物)及其种系发育的影响,时间控制了温度及生长期,因此其关联度较大。长期放牧下适应性大的物种已成为优势物种,而普通物种或“稀有物种”(不是真正的稀有物种)个体数量受家畜采食的影响较大,因此土壤容重的关联度也较大。不同海拔高度下物种多样性存在差异(主要是一些“稀有物种”),因此海拔高度对均匀度有较大影响。群落生物量大小决定于优势物种生物量,因此与之关系较大的环境因子和影响优势度的主要环境因子相一致。干物质则与土壤含水量有很大关系,这与干旱地区植物干物质积累生理学的特性是相关的。植物体含水量大小除与土壤含水量有较大关系外,与坡向关系最为密切,可能与坡向影响植物水分蒸腾有关。土壤质地同样影响了植物蒸腾作用特征,反映了干旱条件下群落对环境的适应性,尤其是生境碎化严重地区,植物种群和群落发育适应了土壤养分长期贫瘠状态。

表 5 群落特征与环境因子间相关性

Tab. 5 The correlativity between the community characteristics and environmental factors

项 目 Items	时间 Time	海拔 Altitude	质地 Soil texture	坡度 Gradient	坡向 Slope	土壤水分 Soil water content	土壤 pH Soil pH value	土壤盐分 Soil salinity	有机质 Organic matter	容重 Soil bulk density
ShaV	0.1659	0.4604 *	0.0849	0.4390 *	0.0653	0.0761	-0.1660	-0.1660	0.1373	-0.0554
MarR	0.0857	0.4851 *	0.1347	0.4350 *	0.0969	0.1299	-0.1221	-0.1221	0.0967	-0.1437
ShaE	0.5395 **	-0.1868	-0.0945	-0.1371	-0.0897	-0.2761	-0.0527	-0.0527	0.0378	0.4831 *
SimD	-0.2529	-0.3584	-0.0606	-0.3433	-0.0015	-0.0065	0.1742	0.1742	-0.1422	-0.0658
SimE	0.2452	0.3849	0.0441	0.3629	-0.0185	0.0275	-0.1515	-0.1515	0.1229	0.0641
SimV	0.2529	0.3584	0.0606	0.3433	0.0015	0.0065	-0.1742	-0.1742	0.1422	0.0658
鲜重	-0.1914	0.1075	0.0525	0.0941	0.1969	0.1232	0.2405	0.2405	-0.2480	-0.0746
干重	0.0029	0.1525	0.0843	0.1268	0.1493	0.1051	0.2654	0.2654	-0.2664	0.0590
鲜重/干重	-0.8160 **	-0.1722	-0.1301	-0.1439	0.1728	0.1147	-0.1343	-0.1343	0.1069	-0.4858 *

*表示当 $N = 24$, $v = 24 - 2 = 22$, $|r| > r_{(1-0.05, 22)} = 0.404$, 相关显著 ($P < 0.05$); **表示 $|r| > r_{(1-0.01, 22)} = 0.515$, 相关极显著 ($P < 0.01$)。

3 小 结

宁夏中卫山羊核心产区以山地荒漠草原植被为主,共调查到 151 种植物,分属 39 科,95 属。该区植被演替方向是继续向植物群落组成旱化方向发展,地面芽植物居多,符合温带地区植物生活型发育特征。海拔高度对该山体植被分布的影响较小,干扰给群落结构造成的影响较大。由于试验在自由放牧条件下进行,研究结果表明群落动态显然滞后于环境变化,这与干旱条件下物种与环境因子剧烈波动的响应模式相关。该地区最常见的昆虫是蝗虫类和拟步甲类。大型动物的稀少使减缓放牧、强化草地管理和封育成为当务之急。

参 考 文 献

- 1 尹长安. 中卫山羊. 中国山羊. 西安:陕西科学技术出版社,1985. 84~102
- 2 李祥龙,张亚平,陈圣偶等. 我国主要地方山羊品种随机扩增多态 DNA 研究. 畜牧兽医学报,2000,31(5):416~422
- 3 冯登祯,刘红霞,陈泽明. 中卫山羊与内蒙古阿拉善绒山羊的杂交效果分析. 甘肃畜牧兽医,2002,32(2):18~20
- 4 尚占环,姚爱兴,郭旭生. 宁夏香山地区植物群落多样性初步分析. 草地学报,2002,10(4):244~250
- 5 尚占环,姚爱兴,郭旭生. 宁夏中卫山羊核心产区生物多样性研究——植物群落相似性及群落聚类特征. 宁夏农学院学报,2002,23(4):23~36
- 6 马克平. 生物群落多样性的测度方法. 生物多样性研究的原理与方法. 北京:中国科学技术出版社,1994. 141~165
- 7 丁岩钦. 昆虫生态学. 北京:科学出版社,1994. 437~476
- 8 宁夏农业勘察设计院. 宁夏植被. 银川:宁夏人民出版社,1987. 32~207