

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

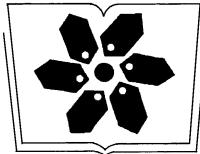
(Shengtai Xuebao)

第 31 卷 第 4 期
Vol.31 No.4
2011



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENTAI XUEBAO)

第 31 卷 第 4 期 2011 年 2 月 (半月刊)

目 次

- 短期增温对青藏高原高寒草甸植物群落结构和生物量的影响 李 娜,王根绪,杨 燕,等 (895)
三峡库区 9 种植物种子萌发特性及其在植被恢复中的意义 陶 敏,鲍大川,江明喜 (906)
白蜡虫及其 3 种优势寄生蜂的时空生态位 王自力,陈 勇,陈晓鸣,等 (914)
宁夏盐池荒漠草原步甲物种多样性 贺 奇,王新谱,杨贵军 (923)
脂肪酸对中华哲水蚤摄食两种海洋微藻的指示作用 刘梦坛,李超伦,孙 松 (933)
安徽菜子湖大型底栖动物的群落结构特征 徐小雨,周立志,朱文中,等 (943)
乐清湾潮间带大型底栖动物群落分布格局及其对人类活动的响应 彭 欣,谢起浪,陈少波,等 (954)
海蜇养殖对池塘底泥营养盐和大型底栖动物群落结构的影响 冯建祥,董双林,高勤峰,等 (964)
竹巴笼矮岩羊 (*Pseudois schaeferi*) 昼间行为节律和时间分配 刘国库,周材权,杨志松,等 (972)
干热河谷植物叶片,树高和种子功能性状比较 郑志兴,孙振华,张志明,等 (982)
石羊河中游沙漠化逆转过程土壤种子库的动态变化 马全林,张德魁,刘有军,等 (989)
基于 TM 影像、森林资源清查数据和人工神经网络的森林碳空间分布模拟
..... 汪少华,张茂震,赵平安,等 (998)
山地视觉景观的 GIS 评价——以广东南昆山国家森林公园为例 裴亦书,高 峻,詹起林 (1009)
基于功能分类的城市湿地公园景观格局——以西溪湿地公园为例 李玉凤,刘红玉,郑 因,等 (1021)
水分胁迫下丛枝菌根 AM 真菌对民勤绢蒿生长与抗旱性的影响 贺学礼,高 露,赵丽莉 (1029)
农田灌溉对印度区域气候的影响模拟 毛慧琴,延晓冬,熊 喆,等 (1038)
高大气 CO₂ 浓度下小麦旗叶光合能量利用对氮素和光强的响应 张绪成,于显枫,马一凡,等 (1046)
豌豆过氧化氢酶在烟草叶绿体中的过量表达提高了植物的抗逆性 王凤德,衣艳君,王海庆,等 (1058)
不同小麦品种对低温胁迫的反应及抗冻性评价 王树刚,王振林,王 平,等 (1064)
基于遥感与模型耦合的冬小麦生长预测 黄 庚,朱 艳,王 航,等 (1073)
喷施 ABA 对两个穗型不同小麦穗颈节伤流、穗部性状及产量的影响 崔志青,尹燕枰,田奇卓,等 (1085)
“稻鸭共生”生态系统稻季 N、P 循环 张 帆,隋 鹏,陈源泉,等 (1093)
红壤丘陵区粮食生产的生态成本 李 晓,谢永生,张应龙,等 (1101)
甘南牧区草畜平衡优化方案与管理决策 梁天刚,冯琦胜,夏文韬,等 (1111)
黄龙钙化滩流地物种-面积关系 黄宝强,罗毅波,安德军,等 (1124)
杉木人工林细根寿命的影响因素 凌 华,袁一丁,杨智杰,等 (1130)
长白落叶松林龄序列上的生物量及碳储量分配规律 巨文珍,王新杰,孙玉军 (1139)
生物肥与甲壳素和恶霉灵配施对香蕉枯萎病的防治效果 张志红,彭桂香,李华兴,等 (1149)
北京城区不同水质水体可培养细菌数量的季节动态变化 高 程,黄满荣,陶 爽,等 (1157)
专论与综述
整树水力导度协同冠层气孔导度调节森林蒸腾 赵 平 (1164)
植物寄生对生态系统结构和功能的影响 李钧敏,董 鸣 (1174)
加拿大一枝黄花的入侵机理研究进展 杨如意,咎树婷,唐建军,等 (1185)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 300 * zh * P * ￥70.00 * 1510 * 32 * 2011-02

干热河谷植物叶片, 树高和种子功能性状比较

郑志兴, 孙振华, 张志明, 欧晓昆*

(云南大学生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091)

摘要:植物功能性状 (plant functional trait) 是近年来生态学研究的热点。以云南怒江和澜沧江干热河谷 36 种木本植物为研究对象,选取比叶面积 (SLA)、植株高 (H) 和种子干重 (SM) 3 个功能性状,研究它们的相互关系,比较其在河谷间、河谷内的差异。结果表明:1)两个河谷内 36 种木本植物的以上 3 种功能性状间没有显著的相关性 (P 值分别为 0.8739, 0.5763, 0.5517); 2)河谷间的比叶面积存在显著差异 ($P = 0.02944$), 植株高和种子干重无显著差异 (P 分别为 0.4070, 0.8867); 3)两个河谷内木本植物功能性状中,种子干重差异最大,植株高次之,比叶面积最小。

关键词:功能性状;比叶面积;植株高;种子干重;干热河谷

Comparison of leaf, height and seed functional traits of species in dry-hot valleys

ZHENG Zhixing, SUN Zhenhua, ZHANG Zhiming, OU Xiaokun*

Institute of Ecology and Geobotany Yunnan University, Kunming 650091, China

Abstract: Plant functional traits have been the focus of much recent ecological research. This research has three basic components: (1) constructing trait matrices; (2) exploring relationships among these traits; and (3) determining relationships between traits and environments. Plant functional traits are closely related with environmental factors, individuals and ecosystem structure. And the functional traits of plants can respond and adapt to the environmental change. Leaf functional traits are more closely related with biomass, resource acquisition and utilization, and resource use efficiency of plants. Plant height is often associated with competitive vigour, fecundity, and with the time intervals between disturbances. There are also important trade-offs between plant height and tolerance, or avoidance, of environmental stress. Interspecific variation in seed mass has an important taxonomic component with more closely related taxa being more likely to be similar in seed mass. Smaller seeds tend to be dispersed further, while larger seeds tend to produce seedling that are better able to establish, and survive environmental hazards. In this study, we measured specific leaf area (SLA), plant height (H) and seed mass (SM) in 36 woody species from the dry-hot Nujiang and Lancangjiang valleys to research the correlation of three functional traits. The variation of these three functional traits between and within the two valleys was also analyzed. There were no significant differences in specific leaf area ($P = 0.8739$), plant height ($P = 0.5763$) or seed mass ($P = 0.5517$), But there were significant differences between the two valleys (specific leaf area, $P = 0.029$). With each valleys, the variation of seed mass was the greatest and specific leaf area the least.

Key Words: functional traits; specific leaf area; height; seed mass; dry-hot valley

植物功能性状是指影响生态系统过程或物种对环境条件变化适应的物种性状,如叶片特征(叶面积、叶氮含量、叶寿命等),种子特征(种子大小、种子扩散模式),繁殖类型、萌发类型、植物高度、生长速率,根系类型和养分吸收方式(如固氮与非固氮类型)等^[1-2]。研究植物功能性状一般有 3 个途径:(1)通过遴选性状来

基金项目:云南省基础研究重点项目(2009CC003);国家自然科学基金项目(30860053)

收稿日期:2010-01-08; 修订日期:2010-04-11

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: xkou@ynu.edu.cn

构建性状矩阵;(2)探究性状间的实验关系;(3)探究性状与环境间的相互作用关系^[3-4]。

群落生态学家认为,物种时空分布模式的关键在于物种共存机制,可以通过研究组成群落的物种来揭示物种的共存机制。群落中物种共存机制是物种在不同环境,由于个体生存、竞争和扩散能力的差异^[5]而形成的。因此,功能生态学家提出,物种功能性状是了解物种共存机制的根本途径^[6-7],同时认为植物功能性状是植物个体的功能性状,而不是植物种类的功能性状^[4]。

近10a来,越来越多的学者采用物种功能性状来解释物种的共存机制^[8-12],该方法有两个优势:一是可以总结一些能够反映物种生态功能和生活史策略的相关功能性状^[1,13];二是物种功能性状的测量方法容易实施,并具有规范的操作手册指导^[1]。

Cornelissen等^[1]从植物整体、叶片、根茎、种子等方面总结了28种功能性状,选择合适的植物功能性状是开展研究的首要问题。Westoby^[14]提出Leaf-height-seed(LHS)植物生态策略以来,生态学家给予了广泛的关注,认为比叶面积(Specific leaf area, SLA)、植株高(Plant height, H)和种子干重(Seed mass, SM)是植物功能性状的3个基本特性,具有不同的生态意义:比叶面积代表植物单位叶干重的光截获面积,与植物的同化率密切相关^[15],反映植物获取资源的能力,与植物的生存对策有密切的联系^[16];植株高会影响光来源、热量负荷、湿度、种子扩散^[17-18];种子干重与冠层大小、冠层体积、茎干直径、植物质量、第1次繁殖的时间、植物寿命和繁殖寿命有关^[19]。孟婷婷等^[20]认为温度和降水是驱动功能性状变化的主要因子。Fitzjarrald等^[21]研究发现气温升高会影响物种的光合能力、种子数量和重量等生长和繁殖性状。曾小平等^[22]和肖春旺等^[23]认为土壤水分会影响植物的高度、比叶面积、光合作用等多种性状。除环境差异外,CO₂浓度升高、气候变化和人为干扰等都可能是形成研究区植物功能性状差异的因素。

本文以怒江和澜沧江干热河谷木本植物为研究对象,选取比叶面积、植株高和种子干重3种功能性状探讨以下几个内容:(1)比叶面积、植株高与种子干重3种功能性状的相关性;(2)两个河谷间、河谷内木本植物功能性状的差异;(3)功能性状差异与两条河谷之间环境因子差异的关系。

1 材料和方法

1.1 研究地概况

怒江干热河谷段地处怒江中游保山市和怒江州之间的峡谷,地理位置为:北纬21°59',东经98°53'之间;澜沧江干热河谷段分布于澜沧江中游南涧县与凤庆县之间的干流两侧,地理位置为:北纬24°27',东经100°12'之间。研究地自然环境概况见表1。

表1 研究地自然环境概况

Table 1 Environmental summary of the two research sites

年均温 Mean annual temperature/℃	绝对最高温 Absolute maximum temperature/℃	绝对最低温 Absolute minimum temperature/℃	≥10℃年积温 Accumulated temperature ≥10℃/℃	年降雨量 Annual rainfall /mm	雨季 Rain season	植被类型 Vegetation type
怒江河谷 Nujiang valley	21.3	40.4	0.2	7694	738	6—10月 干热河谷稀树 灌木草丛
澜沧江河谷 Lancangjiang valley	18—20	36.4	4.5	6800—7250	933.4	5—10月 干热河谷稀树 灌木草丛

1.2 野外实验材料收集

研究于2009年9月开展。此时段是干热河谷的雨季,木本植物生长旺季。沿怒江和澜沧江干热河谷,选择具叶片和果实且生长良好的木本植物,对所采集的物种进行编号;测量植株高度;从同一物种10个不同分布位置(直线距离>40km)的植株分别采集向阳枝条的完整成熟叶片10片,共计100片,扫描并保存;每种植物按相同要求收集500颗果实。详细方法参照Cornelissen等^[1]。

1.3 实验室材料处理

用Image J软件计算已扫描为图像的叶片面积,然后将叶片置于80℃烘箱,烘干至恒重,测量叶片干重,

计算比叶面积(面积/干重, mm^2/mg);随机抽取每份30颗果实、5个重复,共计150颗各植物种的果实,剥出种子,置于80℃烘箱内48h,烘干至恒重,称量种子干重(mg)。方法参照戴志聪等^[24]和Carly等^[25]。

1.4 数据统计及分析

1.4.1 数据标准化

将36个木本植物物种的数据进行标准化处理(取自然对数),绘箱形图(图1),删除极端数值以避免影响分析结果的准确性。

1.4.2 Pearson相关分析

测定两个河谷36个木本植物的功能性状后,用R软件^[26]绘制功能性状值的散布图(附加平滑线)、散点图和线性回归直线图,并对功能性状间进行Pearson相关分析。

1.4.3 河谷间物种功能性状的比较

为了比较两个河谷间物种功能性状的差异,对怒江、澜沧江河谷间物种功能性状进行方差分析。

1.4.4 河谷内物种功能性状的变化趋势比较

比较河谷内物种功能性状的变化趋势,求怒江、澜沧江河谷内物种功能性状的方差值。

2 结果与分析

2.1 功能性状间相互关系

对两个河谷36个物种功能性状数据绘制散布图(附加平滑线)(图2)、散点图和线性回归直线图(图3),并进行Pearson相关分析(表2)和检验(表3)。结果表明,两个河谷36个物种的功能性状间无显著的相关性,其P值分别为:0.8739、0.5763和0.5517。

表2 比叶面积、植株高和种子干重Pearson相关性矩阵

Table 2 Pearson correlation matrix of specific leaf area, height and seed mass

	比叶面积 SLA	植株高 H	种子干重 SM
比叶面积 SLA	1	-0.0297	-0.1044
植株高 H		1	0.1111
种子干重 SM			1

SLA, specific leaf area; H, height; SM, seed mass. 表中的数值为比叶面积、植株高和种子干重矩阵相关系数

表3 比叶面积、植株高和种子干重Pearson相关性检验

Table 3 Pearson correlate test of specific leaf area, height and seed mass

	植株高 H			种子干重 SM		
	T	df	P	T	df	P
比叶面积 SLA	-0.1601	29	0.8739	-0.5652	29	0.5763
植株高 H		0.6023	29	0.5517		

SLA, specific leaf area; H, height; SM, seed mass

2.2 两河谷物种功能性状间差异

所选取的36个木本植物中,比叶面积范围为5.513—22.553 mm^2/mg ;植株高范围43—2000cm;种子干重范围45.2—7773.6mg。对两个河谷间物种的功能性状进行方差分析,其结果见表4。

从表4中可以看出,两河谷间物种的比叶面积有显著差异($P=0.02944$),而植株高和种子干重无显著差异($P=0.407$, $P=0.8867$)。

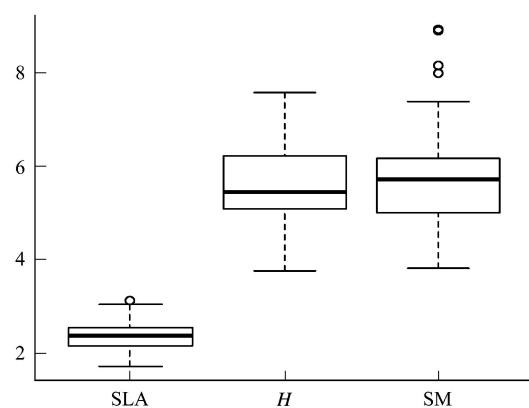
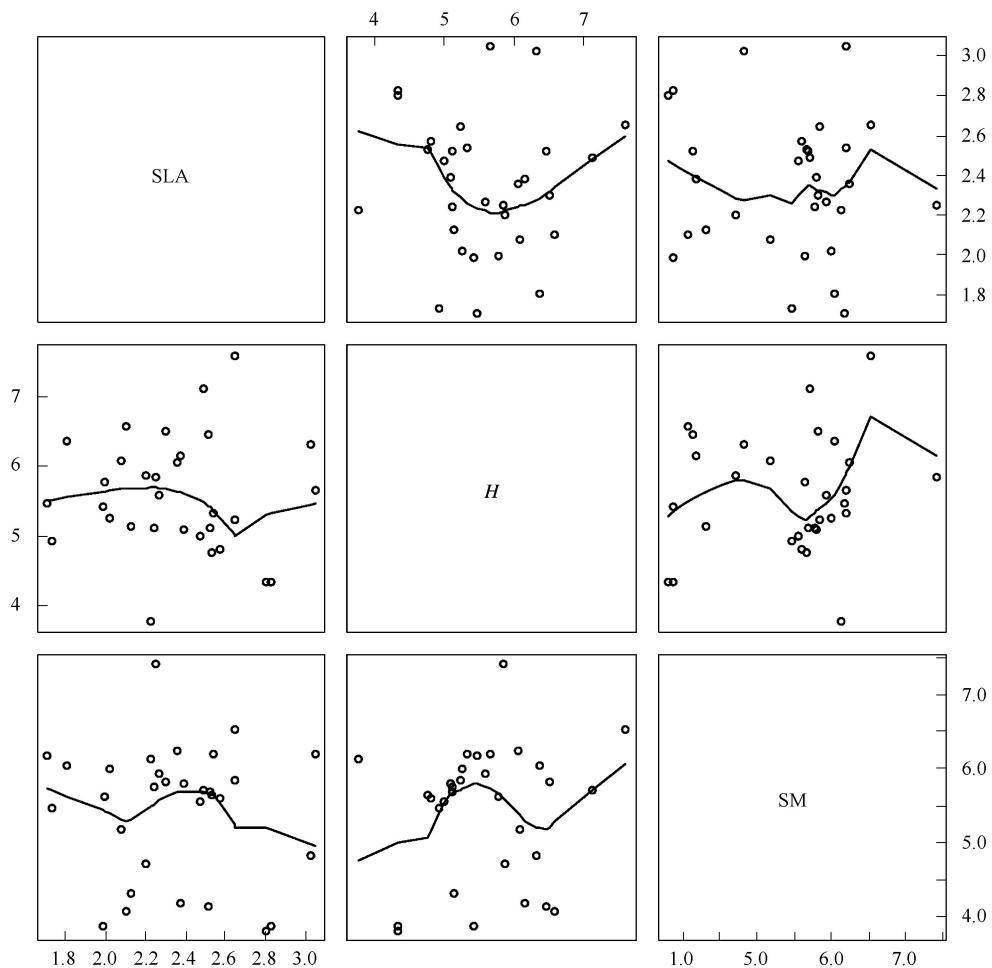


图1 比叶面积、植株高和种子干重箱形图

Fig. 1 Boxplot of specific leaf area, height and seed mass

* SLA:比叶面积 Specific leaf area; H:植株高 Height; SM:种子干重 Seed mass



*分别以SLA/(mm²/mg) (比叶面积), H/cm (植株高) 和SM/mg (种子干重) 为横纵坐标, 绘3者的散布图

图2 比叶面积、植株高和种子干重散布图

Fig. 2 Scatter plot of SLA (specific leaf area) , H (height) and SM (seed mass)

表4 怒江、澜沧江干热河谷比叶面积、植株高和种子干重方差分析

Table 4 A nested analysis of variance(ANOVA) of specific leaf area、height and seed mass in Nujiang and Lancangjiang dry-hot valleys

方差来源 Variance source	自由度 Freedom	平方和 Sum of squares	均分 Share	F	P
SLA	1	0.5427	0.54266	5.1685	0.0294*
误差 error	34	3.5698	0.10500		
H	1	0.4600	0.46004	0.7051	0.4070
误差 error	34	22.1840	0.65248		
SM	1	0.0340	0.03373	0.0206	0.8867
误差 error	34	55.6850	1.63778		

* SLA:比叶面积 Specific leaf area; H:植株高 height; SM:种子干重 Seed Mass; * P < 0.05

2.3 河谷内物种功能性状的变化趋势

对怒江和澜沧江的物种功能性状进行变化趋势分析(表5)。

从表5中可以看出,怒江和澜沧江河谷内,物种的种子干重变化程度最大,植株高次之,比叶面积变化最小。

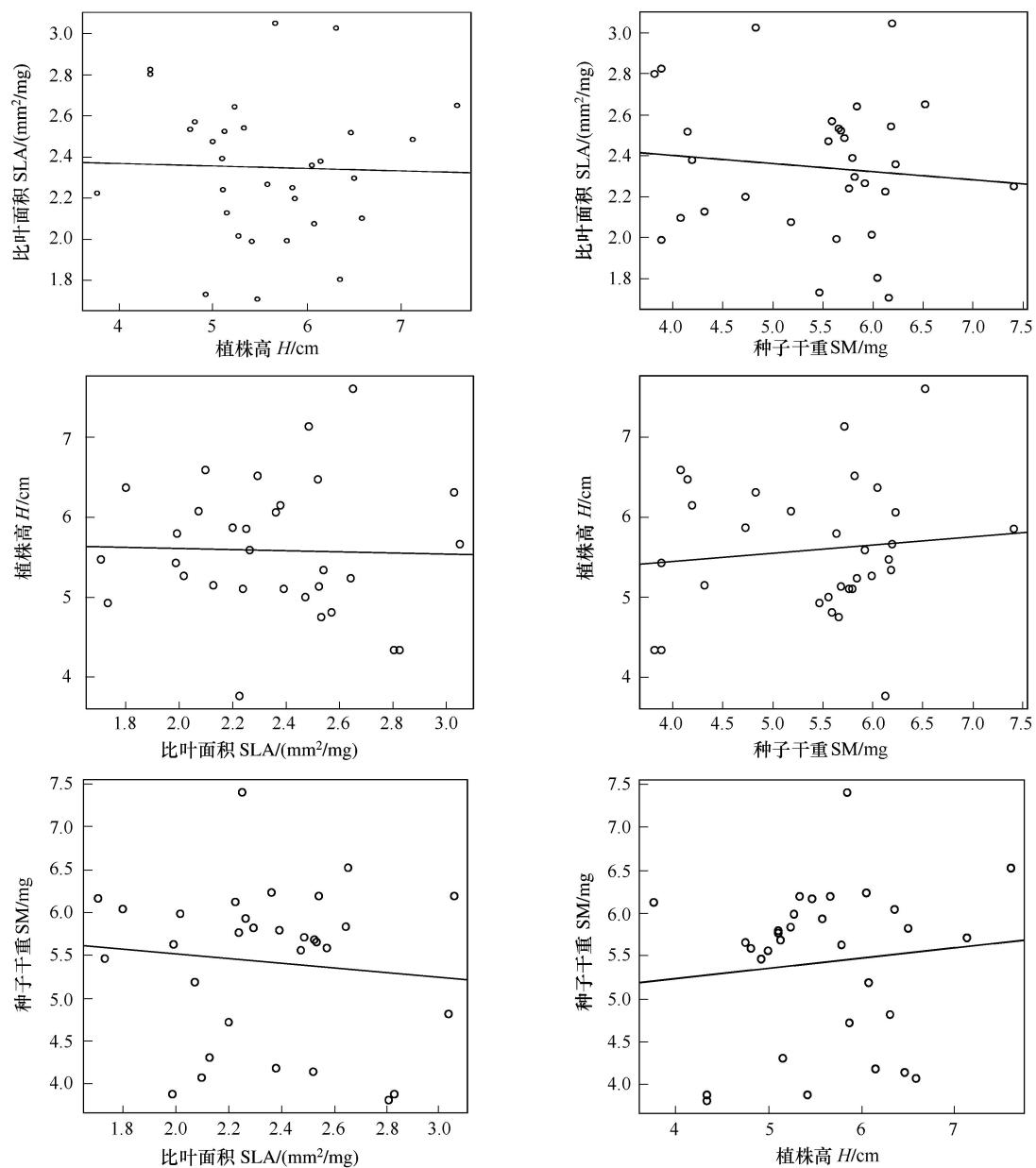


图3 比叶面积、植株高和种子干重散点图和线性回归直线图

Fig. 3 Scatter diagram and linear regression of specific leaf area, height and seed mass

表5 不同水平比叶面积、植株高和种子干重方差值

Table 5 Variance yields of specific leaf area, height and seed mass in different levels

	Levels	比叶面积 SLA	植株高 H	种子干重 SM
所有植物	all species	0.12	0.65	1.69
怒江植物	Nujiang species	0.11	0.64	1.39
澜沧江植物	Lancanjiang species	0.10	0.66	1.92

* SLA, specific leaf area; H, height; SM, seed mass; 表中数值为比叶面积、植株高和种子干重方差值

3 讨论

植物功能性状是近年来生态学研究的热点。Westoby^[14]提出 Leaf-height-seed (LHS) 植物生态策略,认为 LHS 策略的 3 个功能性状是相互独立的,并阐述了它们的生态学意义^[13]。很多研究都探讨功能性状间的相

互关系^[25,27-28],但 Carly^[25]研究发现,不同强度放牧干扰条件下比叶面积与种子干重存在负相关关系,与Westoby的观点和本研究的结论不同。Carly之所以得出不同的结论,原因在于单一的放牧干扰下,物种会出现趋同的适应响应,从而选择相同的抗干扰策略。而本研究选择的两个河谷,虽然二者所属的气候条件有所不同,在极端温度、年积温、降雨量和相对湿度上有差异,但这两个研究区都是典型的干热河谷,植被类型都为干热河谷稀树灌木草丛植被,所选取的物种功能性状间没有显著的相关性,3者是相互独立的,很好地验证了LHS策略的观点。

两河谷物种功能性状间的差异,具有不同的生态学意义。比叶面积反映植物获取资源的能力,与植物的生存对策有密切的联系^[16],研究中比叶面积最小为5.513 mm²/mg,最大为22.553mm²/mg,比叶面积值较高时,植物的生产力也较高;而比叶面积值较低时,植物叶片具备更强的抗旱能力和较长的寿命。所选取的36个物种除2种为乔木外,其余都是灌木,植株高度相对集中,在种类密度较高的群落中,植株高是体现植物上资源竞争能力的标志,除旱生植物外,植株高度对生产力有促进作用。本研究中种子干重最小为45.2 mg,最大为7773.6mg,除清香木、君迁子、苦楝、山黄麻、水麻柳和火棘的种子外,其他物种的种子干重大小相对集中,与大种子物种相比,小种子的物种有更多的种子数量,而前者及其幼苗面对劣境均有较强的生命力^[29],且小种子植物每年单位冠层面积产种量更高,而大种子植物则有更大的冠层面积及更多的繁殖时间。清香木、君迁子、苦楝、山黄麻、水麻柳和火棘的种子功能性状对干旱环境的适应更敏感。

两河谷由于所处的气候条件有一定差异,怒江河谷的绝对最高温比澜沧江河谷高、绝对最低温比澜沧江河谷低,而年降雨量比澜沧江河谷少195.4mm。两地温度和降雨的差异,可能是形成两河谷物种功能性状间的差异,以及河谷内物种功能性状的变化趋势产生的原因;而降水的差别可能是造成两条河谷间比叶面积性状差异的主要原因。

本研究虽已证实两干热河谷植物的比叶面积、植株高和种子干重3种功能性状是相互独立的,揭示了怒江、澜沧江木本植物功能性状的差异,但由于所选取的木本植物的年龄不同,植株高这一功能性状数据有待进一步分析;此外,在研究怒江和澜沧江干热河谷木本植物功能性状的差异时,也没有考虑物种的亲缘关系。

References:

- [1] Cornelissen J H C, Lavorel S, Garnier E, Diaz S, Buchmann N, Gurvich D E, Reich P B, Steege H, Morgan H D, Heijden M G A, Pausas J G, Poorter H. A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 2003, 51: 335-380.
- [2] Jiang X L, Li W Q, Zhang W G. Relationship between plant functional traits and productivity. *Journal of Lanzhou University*, 2009, 45(4): 37-41.
- [3] Keddy P A. A pragmatic approach to functional ecology. *Functional Ecology*, 1992, 6: 621-626.
- [4] Zhou D W. A phylogenetic approach to comparative functional plant ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(10): 5644-5655.
- [5] Hulshof C M, Swenson N G. Variation in leaf functional trait values within and across individuals and species: an example from a Costa Rican dry forest. *Functional Ecology*, 2009, 1-7.
- [6] Weiher E, Keddy P A. Assembly rules, null models, and trait dispersion: new questions from old patterns. *Oikos*, 1995, 74: 159-164.
- [7] McGill B J, Enquist B J, Weiher E, Westoby M. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology and Evolution*, 2006, 21: 178-184.
- [8] Ackerly D D, Cornwell W K. A trait-based approach to community assembly: partitioning of species trait values into within- and among-community components. *Ecology Letters*, 2007, 10: 135-145.
- [9] Weiher E, Clarke G D P, Keddy P A. Community assembly rules, morphological dispersion, and the coexistence of plant species. *Oikos*, 1998, 81: 309-322.
- [10] Kraft N J B, Valencia R, Ackerly D D. Functional traits and niche based community assembly in an Amazonian forest. *Science*, 2008, 322: 580-582.
- [11] Cornwell W K, Ackerly D D. Community assembly and shifts in plant trait distributions across an environmental gradient in coastal California. *Ecological Monographs*, 2009, 79: 109-126.

- [12] Swenson N G. Herbaceous monocot form and function along a tropical rain forest light gradient: a reversal of dicot strategy. *Journal of Tropical Ecology*, 2009, 25: 103-106.
- [13] Westoby M, Falster D S, Moles A T, Vesk P A, Wright I J. Plant ecological strategies: some leading dimensions of variation between species. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2002, 33: 125-159.
- [14] Westoby M. A leaf-height-seed (LHS) plant ecology strategy scheme. *Plant and Soil*, 1998, 199: 213-227.
- [15] Reich P B, Walters M B, Ellsworth D S. Leaf life-span in relation to leaf, plant, and stand characteristics among diverse ecosystems. *Ecological Monographs*, 1992, 62(3): 365-392.
- [16] Garnier E, Shipley B, Roumet C, Laurent G. A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology*, 2001, 15(5): 688-695.
- [17] King D A. Tree size. *National Geographic Research and Exploration*, 1991, 7: 342-351.
- [18] Givnish T J. Plant stems: biomechanical adaptation for energy capture and influence on species distributions//Gartner B L, ed. *Plant Stems*. New York: Academic Press, 1995:3-49.
- [19] Moles A T, Falster D S, Leishman M R, Westoby M. Small-seeded species produce more seeds per square metre of canopy per year, but not per individual per life time. *Journal of Ecology*, 2004, 92 (3): 384-396.
- [20] Meng T T, Ni J, Wang G H. Plant functional traits, environment and ecosystem functioning. *Journal of Ecology*, 2007, 95(1): 150-165.
- [21] Fitzjarrald D R, Acevedo O C, Moore K E. Climatic consequences of leaf presence in the eastern United States. *Journal of Climate*, 2001, 14: 598-614.
- [22] Zeng X P, Zhao P, Cai J A, Sun G C, Peng S L. Physioecological characteristics of *Woonyoungia septentrionalis* seedling under various soil water conditions. *Chinese Journal of Ecology*, 2004, 23 (2): 26-31.
- [23] Xiao C W, Zhang X S, Zhao J Z, Wu G. Response of seedlings of three dominant shrubs to climate warming in Ordos Plateau. *Acta Botanica Sinica*, 2001, 43: 736-741.
- [24] Dai Z C, Du D L, Si C C, Lin Y, Hao J L, Sun F. A method to exactly measure the morphological quantity of leaf using Scanner and Image J Software. *Guizhou Agricultural Science*, 2009, 29(3): 342-347.
- [25] Carly G, Marcelo S, Jaime K. A community-level test of the leaf-height-seed ecology strategy scheme in relation to grazing conditions. *Journal of Vegetation Science*, 2009, 20: 392-402.
- [26] R Development Core Team (2005): A Language and Environment For Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. [access date] <http://www.r-project.org>.
- [27] Wright I J, Reich P B, Westoby M, Ackerly D D, Baruch Z, Bongers F, Cavender-Bares J, Chapin T, Cornelissen J H C, Diemer M, Flexas J, Garnier E, Groom P K, Gulias J, Hikosaka K, Lamont B B, Lee T, Lee W, Lusk C, Midgley J J, Navas M L, Niinemets U, Oleksyn J, Osada N, Poorter H, Poot P, Prior L, Pyankov V I, Roumet C, Thomas S C, Tjoelker M G, Veneklaas E J, Villar R. The worldwide leaf economics spectrum. *Nature*, 2004, 428: 821-827.
- [28] Moog D, Kahmen S, Poschlod P. Application of CSR- and LHS-strategies for the distinction of differently managed grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 2005, 6: 133-143.
- [29] Henery M L, Westoby M. Seed mass and seed nutrient content as predictors of seed output variation between species. *Oikos*, 2001, 92 (3): 479-490.

参考文献:

- [2] 江小雷,李伟绮,张卫国. 植物功能特征与生产力的关系. *兰州大学学报(自然科学版)*, 2009, 45(4): 37-41.
- [4] 周道玮. 植物功能生态学研究进展. *生态学报*, 2009, 29(10): 5644-5655.
- [20] 孟婷婷,倪健,王国宏. 植物功能性状与环境和生态系统功能. *植物生态学报*, 2007, 31(1): 150-165.
- [22] 曾小平,赵平,蔡锡安,孙谷畴,彭少麟. 不同土壤水分条件下灌木幼苗的生理生态特性. *生态学杂志*, 2004, 23 (2): 26-31.
- [23] 肖春旺,张新时,赵景柱,吴钢. 鄂尔多斯高原3种优势灌木幼苗对气候变暖的响应. *植物学报*, 2001, 43: 736-741.
- [24] 戴志聰,杜道林,司春灿,林英,郝建良,孙凤. 用扫描仪及Image J软件精确测量叶片形态数量特征的方法. *广西植物*, 2009, 29(3): 342-347.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 31 ,No. 4 February ,2011(Semimonthly)
CONTENTS

Short-term effects of temperature enhancement on community structure and biomass of alpine meadow in the Qinghai-Tibet Plateau	LI Na, WANG Genxu, YANG Yan, et al (895)
Effects of submergence on seed germination of nine annual plant species in the Three Gorges Reservoir region and their implication to vegetation restoration	TAO Min, BAO Dachuan, JIANG Mingxi (906)
Temporal-spatial niches of Chinese White Wax Scale insect (<i>Ericerus pela</i>) and its three dominant parasitoid wasps	WANG Zili, CHEN Yong, CHEN Xiaoming, et al (914)
Species diversity of carabid beetles in desert-steppe in Yanchi of Ningxia, China	HE Qi, WANG Xinpu, YANG Guijun (923)
Identification of trophic relationships between marine algae and the copepod <i>Calanus sinicus</i> in a fatty acid approach	LIU Mengtan, LI Chaolun, SUN Song (933)
Community structure of macrozoobenthos in Caizi Lake, China	XU Xiaoyu, ZHOU Lizhi, ZHU Wenzhong, et al (943)
The community distribution pattern of intertidal macrozoobenthos and the responses to human activities in Yueqing Bay	PENG Xin, XIE Qilang, CHEN Shaobo, et al (954)
The effects of jellyfish (<i>Rhopilema esculentum</i> Kishinouye) farming on the sediment nutrients and macrobenthic community	FENG Jianxiang, DONG Shuanglin, GAO Qinfeng, et al (964)
Diurnal activity rhythm and time budgets of the Dwarf Blue Sheep (<i>Pseudois schaeferi</i>) in Zhulalong Nature Reserve	LIU Guoku, ZHOU Caiquan, YANG Zhisong, et al (972)
Comparison of leaf, height and seed functional traits of species in dry-hot valleys	ZHENG Zhixing, SUN Zhenhua, ZHANG Zhiming, et al (982)
Dynamics of soil seed banks in the reversion process of desertification in the middle reaches of the Shiyang River	MA Quanlin, ZHANG Dekui, LIU Youjun, et al (989)
Modelling the spatial distribution of forest carbon stocks with artificial neural network based on TM images and forest inventory data	WANG Shaohua, ZHANG Maozhen, ZHAO Pingan, et al (998)
The GIS-based visual landscape evaluation in mountain area: a case study of Mount Nan-kun National Forest Park, Guangdong Province	QIU Yishu, GAO Jun, ZHAN Qilin (1009)
A functional classification method for examining landscape pattern of urban wetland park: a case study on Xixi Wetland Park, China	LI Yufeng, LIU Hongyu, ZHENG Nan, et al (1021)
Effects of AM fungi on the growth and drought resistance of <i>Seriphidium minchünense</i> under water stress	HE Xueli, GAO Lu, ZHAO Lili (1029)
Modeled impact of irrigation on regional climate in India	MAO Huiqin, YAN Xiaodong, XIONG Zhe, et al (1038)
The responses of photosynthetic energy use in wheat flag leaves to nitrogen application rates and light density under elevated atmospheric CO ₂ concentration	ZHANG Xucheng, YU Xianfeng, MA Yifan, et al (1046)
Enhanced drought and photooxidation tolerance of transgenic tobacco plants overexpressing pea catalase in chloroplasts	WANG Fengde, YI Yanjun, WANG Haiqing, et al (1058)
Evaluation of wheat freezing resistance based on the responses of the physiological indices to low temperature stress	WANG Shugang, WANG Zhenlin, WANG Ping, et al (1064)
Predicting winter wheat growth based on integrating remote sensing and crop growth modeling techniques	HUANG Yan, ZHU Yan, WANG Hang, et al (1073)
Effects of spraying ABA on bleeding intensity in neck-panicle node, spike traits and grain yields of two different panicle-type winter wheat	CUI Zhiqing, YIN Yanping, TIAN Qizhuo, et al (1085)
Nitrogen and phosphorus cycling from rice-duck mutual ecosystem during late rice growth season	ZHANG Fan, SUI Peng, CHEN Yuanquan, et al (1093)
Initial exploration of the ecological costs of food production in the hilly red soil region of Southern China	LI Xiao, XIE Yongsheng, ZHANG Yinglong, et al (1101)
Optimization strategy and management decision-making in balancing forage and livestock in Gannan pastoral area	LIANG Tiangang, FENG Qisheng, XIA Wentao, et al (1111)
Species-area relationship in travertine area in Huanglong valley, Sichuan	HUANG Baoqiang, LUO Yibo, AN Dejun, et al (1124)
Influencing factors of fine root lifespans in two Chinese fir plantations in subtropical China	LING Hua, YUAN Yiding, YANG Zhijie, et al (1130)
Age structure effects on stand biomass and carbon storage distribution of <i>Larix olgensis</i> plantation	JU Wenzhen, WANG Xinjie, WANG Xinjie (1139)
Effects on controlling banana Fusarium wilt by bio-fertilizer, chitosan, hymexazol and their combinations	ZHANG Zhihong, PENG Guixiang, LI Huaxing, et al (1149)
Seasonal dynamics of culturable bacterium numbers in freshwater bodies of different water quality in Beijing	GAO Cheng, HUANG Manrong, TAO Shuang, et al (1157)
Review and Monograph	
On the coordinated regulation of forest transpiration by hydraulic conductance and canopy stomatal conductance	ZHAO Ping (1164)
Impacts of plant parasitism on structure and function of ecosystems	LI Junmin, DONG Ming (1174)
Invasion mechanisms of <i>Solidago canadensis</i> L. : a review	YANG Ruyi, ZAN Shuting, TANG Jianjun, et al (1185)

2009 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊*

(源于 2010 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	11764	1	生态学报	1.812
2	应用生态学报	9430	2	植物生态学报	1.771
3	植物生态学报	4384	3	应用生态学报	1.733
4	西北植物学报	4177	4	生物多样性	1.553
5	生态学杂志	4048	5	生态学杂志	1.396
6	植物生理学通讯	3362	6	西北植物学报	0.986
7	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3327	7	兽类学报	0.894
8	MOLECULAR PLANT	1788	8	CELL RESEARCH	0.873
9	水生生物学报	1773	9	植物学报	0.841
10	遗传学报	1667	10	植物研究	0.809

*《生态学报》2009 年在核心版的 1964 种科技期刊排序中总被引频次 11764 次, 全国排名第 1; 影响因子 1.812, 全国排名第 14; 第 1—9 届连续 9 年入围中国百种杰出学术期刊; 中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 端

生态学报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 4 期 (2011 年 2 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 31 No. 4 2011

编 辑 《生态学报》编辑部
地址: 北京海淀区双清路 18 号
邮政编码: 100085
电话: (010) 62941099
www. ecologica. cn
shengtaixuebao@ rcees. ac. cn

Edited by Editorial board of
ACTA ECOLOGICA SINICA
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Tel: (010) 62941099
www. ecologica. cn
Shengtaixuebao@ rcees. ac. cn

主 编 冯宗炜
主 管 中国科学技术协会
主 办 中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
地址: 北京海淀区双清路 18 号
邮政编码: 100085

Editor-in-chief FENG Zong-Wei
Supervised by China Association for Science and Technology
Sponsored by Ecological Society of China
Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS
Add: 18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China

出 版 科 学 出 版 社
地址: 北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

Published by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North Street,
Beijing 100717, China

印 刷 北京北林印刷厂
行 科 学 出 版 社
地址: 东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717
电话: (010) 64034563
E-mail: journal@ cspg. net

Printed by Beijing Bei Lin Printing House,
Beijing 100083, China
Distributed by Science Press
Add: 16 Donghuangchenggen North
Street, Beijing 100717, China
Tel: (010) 64034563
E-mail: journal@ cspg. net

订 购 全国各地邮局
国外发行 中国国际图书贸易总公司
地址: 北京 399 信箱
邮政编码: 100044

Domestic All Local Post Offices in China
Foreign China International Book Trading
Corporation
Add: P. O. Box 399 Beijing 100044, China

广告经营
许 可 证 京海工商广字第 8013 号

