

# 不同恢复群落中辽东栎种群空间格局分析

李宗峰<sup>1</sup>, 李旭光<sup>1</sup>, 王永健<sup>1</sup>, 张炜银<sup>2</sup>, 丁 易<sup>2</sup>, 陶建平<sup>1\*</sup>

(1. 西南大学 生命科学学院 三峡库区生态环境教育部重点实验室, 重庆 400715;

2. 中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所, 北京 100091)

**摘要:** 通过对茂县大沟流域人工恢复 9 年、人工恢复 16 年和自然恢复 16 年 3 个不同群落的取样调查, 研究了辽东栎种群的空间分布格局及其动态变化。采用扩散系数、T 检验、负二项参数、丛生指数和聚块性指数等指标进行拟合。结果表明, 辽东栎种群大多呈显著性聚集分布, 辽东栎幼苗、幼树和大幼树的聚集强度、格局规模在时间序列上大多呈上升趋势。辽东栎种群的聚集性与其本身具有的萌蘖性有关, 聚集分布可以增强辽东栎种群的竞争能力, 有利于辽东栎种群的演化和健康发展。辽东栎作为本地区的原生种是极具恢复价值的优势种, 有关辽东栎种群在这一地区的生态恢复价值需要进一步的深入研究和充分利用。

**关键词:** 茂县; 退化植被; 辽东栎; 空间格局

中图分类号: Q948 文献标识码: A 文章编号: 1000-3142(2007)04-0576-05

## Spatial pattern of *Quercus liaotungensis* population in different recovering community

LI Zong-Feng<sup>1</sup>, LI Xu-Guang<sup>1</sup>, WANG Yong-Jian<sup>1</sup>,  
ZHANG Wei-Yin<sup>2</sup>, DING Yi<sup>2</sup>, TAO Jian-Ping<sup>1\*</sup>

(1. Key Laboratory of Eco-environment of Three Gorges Reservoir Region (Ministry of Education), College of Life Sciences, Southwest University, Chongqing 400715, China; 2. Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, Chinese Academy of Forestry, Beijing 100091, China)

**Abstract:** At Dagou valley of Maoxian, the spatial patterns and their dynamic changes of *Quercus liaotungensis* population were measured with 5 indexes, such as Dispersion index (DI), T-test, Negative index (K), Clumping index (I), and patchiness index ( $m^*/m$ ). The species in these communities showed aggregation distribution. The aggregation intensity and pattern scale of *Quercus liaotungensis* showed ascending trend by time series. The pattern performance and the dynamic change illuminated sufficiently that the local species with a strong competition capacity favor the restoration of degradative vegetation. The ecological recovering value of *Quercus liaotungensis* of the Maoxian should be given more study and sufficient utilization.

**Key words:** Maoxian; degraded vegetation; *Quercus liaotungensis*; spatial pattern

辽东栎 (*Quercus liaotungensis*) 具有较高的遗传变异水平 (恽锐等, 1998), 很强的萌生能力 (高贤明等, 1998), 能够以较强的适应性、繁殖力和生活力

排挤其他树种而占据优势 (徐秀梅, 1997), 因此辽东栎砍伐迹地能够在短期内形成萌生丛, 继续在空间上占主导地位。目前, 众多学者对辽东栎幼苗的更

收稿日期: 2005-11-07 修回日期: 2006-08-26

基金项目: 国家重点基础研究发展规划 (2002CB111505); 国家自然科学基金 (30300047); 中国科学院成都生物研究所恢复生态学开放基金 (R02-03); 重庆市生态学重点学科资助项目 [Supported by Major State Basic Research and Development Program of China (2002CB111505); the National Natural Science Foundation of China (30300047); Restoration Ecology Open Fund of Chengdu Institute of Biology, Chinese Academy of Sciences (R02-03); Key Disciplines of Ecology in Chongqing]

作者简介: 李宗峰 (1978-), 男, 山东日照人, 硕士, 实验师, 研究方向: 恢复生态学、环境生物学, (E-mail) Lizfswu@swu.edu.cn.

\* 通讯作者 (Author for correspondence)

新以及影响幼苗更新的因素(刘文胜等,2003;高贤明等,2003;孙书存等,1998;王巍等,2000;贾黎明等,2003;贺顺钦等,2001)、物种多样性(高贤明等,1998;吴晓莆等,2004)、遗传多样性(恽锐等,1998)以及群落的结构和动态(吴晓莆等,2004;王巍等,1999;丛沛桐等,2000;徐秀梅,1997;刘文胜等,2003)作了相当多的研究,但对辽东栎种群的格局,尤其对退化植被恢复过程中的格局研究甚少。本文主要就不同恢复群落中辽东栎种群的空间格局和格局动态变化两个方面进行了初步研究,希望为正确选择恢复模式和措施,有效恢复退化森林植被提供参考。

## 1 研究区概况

研究区地理概况略(李宗峰等,2005)。该区域在上世纪 50、60 年代尚保存有辽东栎萌生林,但经过近

30 年来的重复砍伐,辽东栎群落已明显矮化,由具有较多萌生枝条的残留树桩组成,辽东栎萌生林也退化成以毛榛(*Corylus mandshurica*)、滇榛(*C. yunnanensis*)、辽东栎为主的灌丛植被(包维楷等,2000)。为加快恢复退化植被,当地以油松(*Pinus tabulaeformis*)、云南松(*P. yunnanensis*)、华山松(*P. armandii*)等为主要造林树种,营造了大面积人工林(刘文胜等,2003)。

## 2 研究方法

### 2.1 样地设置

从恢复时间和恢复模式两个方面考虑,在本研究中选取了 3 个典型恢复群落:人工恢复 9 年人工林、人工恢复 16 年人工林,恢复种为油松;自然恢复 16 年自然林,自然封育。在每个群落内各选标准样地一个,基本情况见表 1。

表 1 样地概况  
Table 1 Site characteristics

| 项目 Item                      | 人工恢复 9 年 (A9a)        | 人工恢复 16 年 (A16a) | 自然恢复 16 年 (N16a)           |
|------------------------------|-----------------------|------------------|----------------------------|
| 海拔高度 Altitude (m)            | 1875                  | 1865             | 1865                       |
| 坡度 Slope                     | 5°                    | 5°               | 15°                        |
| 优势乔木种 Dominant tree species  | 油松、辽东栎、滇榛、山杨          | 油松、滇榛、杭子梢、       | 辽东栎、滇榛、山杨、杭子梢              |
| 优势灌木种 Dominant shrub species | 辽东栎、滇榛、杭子梢、匍匐甸子、四川腊瓣花 | 辽东栎、滇榛、杭子梢       | 辽东栎、滇榛、六道木、匍匐甸子、杭子梢、四川腊瓣花、 |
| 优势草本种 Dominant herb species  | 苔草、香青、糙苏、假升麻、紫花地丁     | 糙苏、鱼腥草、香青、紫花地丁   | 鬼灯檠、鹿药、苔草                  |

### 2.2 调查方法

在 3 个样地内各设 128 个 5 m×5 m 的连续样方,乔木记录高度、冠幅、胸径和株数,灌木记录高度、冠幅和株数,同时在每个样方的中心设 1 个 1 m×1 m 的小样方调查草本的种名、平均高度和盖度。取样地内不同生长段的辽东栎作为本实验的研究对象。

由于辽东栎木材坚硬,野外钻取木芯十分困难,又无确切可靠的外部特征可以确定其年龄,并且萌生苗比实生苗在更新期具有更多的生长优势。所以,在本次研究中以高度和胸径综合考虑对辽东栎作如下划分(王巍等,1999;高贤明等,1998):Ⅰ:幼苗  $H \leq 100$  cm;Ⅱ:幼树  $100 \text{ cm} < H \leq 150$  cm;Ⅲ:大幼树  $H > 150$  cm,  $DBH < 4$  cm。鉴于调查样地内的辽东栎都较小,作如上三级标准足够描述辽东栎的结构和动态特征。在调查时明显观察到群落中辽东栎的萌生植株在幼苗及幼树中占很大的比例,因此对不同的萌生植株作独立的调查记录,并作为独立个体进行统计分析。

### 2.3 数据统计

方差/均值比(扩散系数):

$$V/\bar{X} = \frac{\sum X^2 - (\sum X)^2/N}{N-1} / \frac{\sum X}{N}$$

X 为每个样方的观测值;N 为连续分布的样方数。

采用扩散系数(DI)、T 检验(T-test)、负二项参数(K)、丛生指数(I)和聚块性指数( $m^*/m$ )等参数对种群的格局类型和聚集强度进行判断(罗世家等,1998;兰国玉等,2003;张炜银等,2003)。

应用两项局部样方方差法(李育中等,1990),以区组大小作横坐标、均方值作纵坐标绘制种群格局规模图,如果曲线有明显峰值,其对应的区组规模即为斑块的平均大小即格局规模,计算聚集面积。

## 3 结果与分析

### 3.1 格局类型和聚集度指数

综合扩散系数(DI)、丛生指数(I)和聚块性指数

( $m^2/m$ ),并通过 T-检验,得出 3 个群落中共 9 个类型辽东栎种群的分布格局都呈聚集分布(表 2)。负二项参数(K)值越小,则聚集度越大,聚集度随生态恢复的时间进程呈增强的趋势,但同一群落内聚

集度变化又不同:人工恢复 9 年的变化趋势为  $II < I < III$ ,人工恢复 16 年的变化趋势为  $III < I < II$ ,自然恢复 16 年的变化趋势为  $III < II < I$ 。

辽东栎种子是昆虫、鸟类、啮齿类等动物以及真

表 2 辽东栎种群的格局类型和聚集强度指数

Table 2 Pattern types and aggregation intensity indices of *Quercus liaotungensis* community

| 种群<br>Population | 扩散系数(DI)<br>Dispersion index | T-检验<br>T-test | 负二项参数(K)<br>Negative index | 丛生指数(I)<br>Clumping index | 聚块性指数( $m^2/m$ )<br>Patchiness index | 格局类型<br>Pattern type |
|------------------|------------------------------|----------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| A9 I             | 9.372                        | 12.968         | 1.202                      | 8.372                     | 1.832                                | C                    |
| A9 II            | 3.487                        | 1.594          | 1.206                      | 2.487                     | 1.829                                | C                    |
| A9 III           | 3.107                        | 0.864          | 0.900                      | 2.107                     | 2.110                                | C                    |
| A16 I            | 8.453                        | 6.363          | 0.732                      | 7.453                     | 2.365                                | C                    |
| A16 II           | 5.246                        | 1.906          | 0.621                      | 4.246                     | 2.608                                | C                    |
| A16 III          | 4.245                        | 1.785          | 0.878                      | 3.244                     | 2.139                                | C                    |
| N16 I            | 10.773                       | 8.155          | 0.575                      | 9.773                     | 2.738                                | C                    |
| N16 II           | 9.932                        | 9.300          | 0.780                      | 8.932                     | 2.281                                | C                    |
| N16 III          | 6.711                        | 10.26          | 1.838                      | 5.711                     | 1.544                                | C                    |

注:表中字母同表 1。A9 I:人工恢复 9 年幼苗;A9 II:人工恢复 9 年幼树;A9 III:人工恢复 9 年大幼树;A16 I:人工恢复 16 年幼苗;A16 II:人工恢复 16 年幼树;A16 III:人工恢复 16 年大幼树;N16 I:自然恢复 16 年幼苗;N16 II:自然恢复 16 年幼树;N16 III:自然恢复 16 年大幼树;C:聚集分布 Clump。

Note: The letters are the same as Table 1. A9 I:seedlings of A9a; A9 II:sapling of A9a; A9 III:tall sapling of A9a; A16 I:seedling of A16a; A16 II:sapling of A16a; A16 III:tall sapling of A16a; N16 I:seedling of N16a; N16 II:sapling of N16a; N16 III:tall sapling of N16a.

菌等微生物的重要食物源,因此从种子成长、成熟、脱落、萌发到幼苗期间一直遭受着巨大的捕食压力,从而导致栎林实生更新困难,更多的是萌生苗(高贤明等,2003)。虽然如此,动物的搬运也可能是辽东栎种群聚集分布的一个原因(樊后保等,1994)。通过实际调查和具体的研究分析可以这样描述,在大沟流域本研究所选的地段内辽东栎的幼苗和幼树呈聚集分布,并且具有很高的聚集度。辽东栎种群自身的萌蘖性和较高的遗传变异水平使其具有的顽强的适应力,是形成聚集分布的主要原因。这与其他学者对辽东栎种群分布格局研究基本一致(王巍等,1999)。

在人工恢复初期,群落未完全郁闭,辽东栎种群凭借充分的阳光、充足的养分和自身较强的萌生能力,迅速占据优势,形成较高的聚集度。人工恢复 16 年群落中,不断加强的油松和辽东栎的他感作用(贾黎明等,2003)以及辽东栎本身的自毒效应(王巍等,1999,2000),不仅影响到萌发实生苗的种子,而且降低了萌生苗的存活率,同时稀疏的灌木层和草本层增大了辽东栎种子被捕食的几率(王巍等,2000),综合导致幼苗聚集强度相对较小;大幼树的生长由于油松种群的绝对优势受到抑制(刘文胜等,2003),同时激烈的种内以及种间争夺有限的水、矿物质、阳光等资源会自疏一些个体,在一定程度上也

减弱了聚集强度,但不能改变这种聚集现象(樊后保等,1994)。在自然恢复 16 年群落中,辽东栎幼苗的聚集度为 0.575,幼树的聚集度为 0.780,大幼树的聚集度为 1.838,虽然由幼苗到幼树一致大幼树聚集度逐渐减弱,但不能简单解释为辽东栎种群在恢复进程中竞争能力的减弱,需结合聚集规模来分析。

### 3.2 格局规模

辽东栎不同生长段群体在不同恢复阶段群落内形成了规模不同的聚集斑块(图 1)。在人工恢复 9 年群落内,激烈的种内、种间竞争使竞争能力较弱的辽东栎个体开始出现死亡,从幼苗到幼树直至大幼树,斑块规模不断减小。人工恢复 16 年群落内辽东栎实生苗的数量很少,辽东栎的繁殖主要靠萌生苗。萌生苗从幼苗到幼树这一阶段具有很强的竞争能力,基本不出现死亡现象,辽东栎种群在中下层占据绝对优势,不断长大的幼树充入大幼树阶段,使大幼树具有较大的聚集斑块。本文所选择的研究对象辽东栎既是本土物种,又是所调查群落的优势种,结合辽东栎格局规模随恢复时间在人工恢复群落的变化规律,可以初步肯定辽东栎种群在本地区退化植被的恢复以及恢复过程中关键种选择中的重要作用。

自然恢复 16 年群落,辽东栎萌生苗借助母体根系贮存的养分迅速占据空间并发育成幼树;由幼树到大幼树过程中,激烈竞争使辽东栎种群出现“自

疏”和“他疏”现象,于是斑块规模从幼苗到幼树再到  
大幼树呈现先增大后减小的趋势,但幼树和大幼树的  
聚集规模明显大于幼苗。在自然恢复群落内辽东

栎种群的聚集分布呈现由幼苗期小规模高强度到幼  
树阶段大规模较弱强度的变化趋势,在这一变化过  
程中其优势地位不断得到巩固。

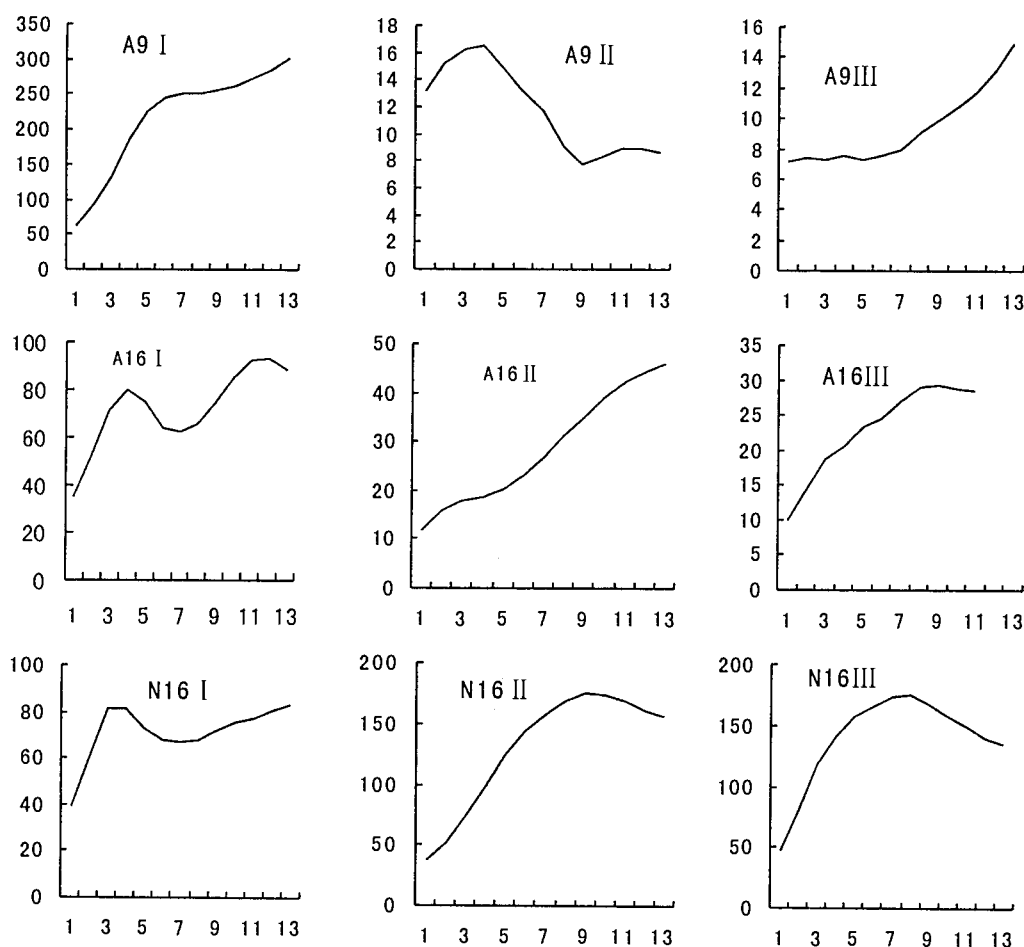


图 1 不同类型辽东栎群落的格局规模 (X 轴(水平)为区组,Y 轴(垂直)为均方)

Fig. 1 Pattern scale of different *Quercus liaotungensis* community types (x axis, block size, y axis, mean square)

## 4 结语

(1)种群的聚集型分布,是生存与发展的一种策略。聚集分布使种内竞争大于种间竞争,激烈的种内竞争可以淘汰一些较弱的个体,增强剩余个体的竞争能力,有利于种群的演化;另一方面,剩余个体可以利用充裕的空间和资源,有利于辽东栎种群的健康发展(张大勇等,2000)。辽东栎种群的聚集分布可以促进退化植被更新,加快生态恢复的进程。

(2)辽东栎种群的聚集强度和聚集规模在时间序列上基本呈增大的趋势,充分说明了辽东栎种群作为本地物种具有较强的适应力和不断增强的竞争能力;从恢复模式来看自然恢复对辽东栎的更新更

有利,进而有利于退化植被的恢复。

(3)辽东栎种群在人工林和自然林内格局类型及其动态变化不能简单地评价恢复模式的优劣,但结合以往的实践和研究可以肯定油松—辽东栎混交林模式在植被恢复中的作用(吴晓蕾等,2004;郝向春,2002)。

## 参考文献:

- 李育中,王炜,裴浩(译). 1990. 统计生态学[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社:10—34
- 张大勇,姜新华,雷光春,等. 2000. 理论生态学研究[M]. 北京:高等教育出版社,施普林格出版社:169—172
- Bao WK(包维楷),Chen QH(陈庆恒),Liu ZG(刘照光). 2000. Changes of structure and species composition of degraded plant community along disturbance gradients of different intensities(退化植物群落结构及其物种组成在人为干

- 扰梯度上的响应)[J]. *Acta Bot Yunnan*(云南植物研究), 22(3):307—316
- Cong PT(丛沛桐), Zhao ZH(赵则海), Zhang WH(张文辉), *et al.* 2000. The research of succession on process of *Quercus liaotungensis* community on Dongling Mountain with continuous time Markov Approach(东灵山辽东栎群落演替的连续时间马尔可夫过程研究)[J]. *Bull Bot Res*(本植物研究), 20(4):438—443
- Fan HB(樊后保), Wang YH(王义弘), Zang RG(臧润国). 1994. Spatial distribution pattern of Mongolian oak population and its dynamics(蒙古栎种群空间分布格局及其动态的研究)[J]. *J Fujian Coll Fore*(福建林学院学报), 14(2):100—103
- Gao XM(高贤明), Chen LZ(陈灵芝). 1998. Studies on the species diversity of *Quercus liaotungensis* communities in Beijing Mountains(北京山区辽东栎群落物种多样性的研究)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 22(1):23—32
- Gao XM(高贤明), Du XJ(杜晓军), Wang ZL(王中磊). 2003. Comparison of seedling recruitment and establishment of *Quercus wutaishanicain* two habitats in Dongling Mountains Area, Beijing(北京东灵山区两种生境条件下辽东栎幼苗补充与建立的比较)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 27(3):404—411
- Hao XC(郝向春). 2002. The development of pine and oak mixed forest and its ecologic function(松栎混交林的形成及其生态功能研究)[J]. *Shanxi Fore Sci Tech*(山西林业科技), (2):13—17
- He SQ(贺顺钦), Wang FQ(王发其). 2001. Relationship between the seedling growth of *Quercus liaotungensis* and light (辽东栎苗木早期生长与光的关系)[J]. *Fore Res*(林业科学研究), 14(6):697—700
- Jia LM(贾黎明), Zhai MP(翟明普), Feng CH(冯长红). 2003. Effects of allelopathic substances on the growth and photolytic thesis of *Pinus tabulae* for miss seedlings(化感作用物对油松幼苗生长及光合作用的影响)[J]. *J Beijing Fore Univ*(北京林业大学学报), 25(4):6—10
- Li ZF(李宗峰), Tao JP(陶建平), Wang W(王微), *et al.* 2005. Community microclimate characteristics at different vegetation restoration stages of upper Minjiang River(岷江上游退化植被不同恢复阶段群落小气候特征研究)[J]. *Chin J Ecol*(生态学杂志), 24(4):364—367
- Lan GY(兰国玉), Lei RD(雷瑞德). 2003. Brief introduction of spatial methods to distribution patterns of population(植物种群空间分布分局研究方法概述)[J]. *J Northwest Fore Univ*(西北林学院学报), 18(2):17—21
- Liu WS(刘文胜), Cao M(曹敏), Tang Y(唐勇). 2003. A comparison in the soil seed banks of a *Corylus mandshurica-Quercus liaotungensis* mixed scrub community and three young forest plantations in the upper reach of Minjiang River(岷江上游毛榛、辽东栎灌丛及3种人工幼林土壤种子库的比较)[J]. *J Mountain Sci*(山地学报), 21(2):162—168
- Luo SJ(罗世家), Liang SW(梁师文), Zou HY(邹惠渝), *et al.* 1998. A study on the spatial distribution pattern of *Pinus taeanensis* Hayata(黄山松空间分布格局的研究)[J]. *J Hubei Institute for Nationalities*(湖北民族学院学报(自然科学版)), 16(3):72—76
- Sun SC(孙书存), Chen LZ(陈灵芝). 1998. Leaf demography of *Quercus liaotungensis* in Dongling Mountain(东灵山区辽东栎的叶群体统计)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 22(6):538—544
- Wang W(王巍), Liu CR(刘灿然), Ma KP(马克平), *et al.* 1999. Population structure and dynamics of *Quercus liaotungensis* in two broad-leaved deciduous forests in Dongling Mountain(东灵山两个落叶阔叶林中辽东栎种群结构和动态)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), 41(4):425—432
- Wang W(王巍), Li QK(李庆康), Ma KP(马克平). 2000. Establishment and spatial retribution of *Quercus liaotungensis* Koidz. seedlings in Dongling Mountain(东灵山区辽东栎幼苗的建立和空间分布)[J]. *Acta Phytoecol Sin*(植物生态学报), 24(5):595—600
- Wu XP(吴晓蕾), Wang ZH(王志恒), Cui HT(崔海亭), *et al.* 2004. Community structures and species composition of oak forests in mountainous area of Beijing(北京山区栎林的群落结构与物种组成)[J]. *Biodiversity Sci*(生物多样性), 12(1):155—163
- Xu XM(徐秀梅). 1997. An analysis on community characteristics of Liaodong oak forest in Liupanshan Mountain Area of Ningxia(宁夏六盘山辽东栎林群落特征分析)[J]. *Ningxia Agric Fore Sci Tech*(宁夏农林科技), (2):15—18
- Yun R(恽锐), Zhong M(钟敏), Wang HX(王洪新), *et al.* 1998. Study on DNA diversity of Liaodong oak population at Dongling Mountain Region, Beijing(北京东灵山区辽东栎种群DNA多样性的研究)[J]. *Acta Bot Sin*(植物学报), 40(2):169—175
- Zhang WY(张炜银), Li MG(李鸣光), Liang SC(梁士楚), *et al.* 2003. Study on distribution pattern of *Mikania micrantha* populations(外来杂草微甘菊种群分布格局研究)[J]. *Guihaia*(广西植物), 23(4):303—306

(上接第 595 页 Continue from page 595)

- development in Shennongjia(神农架野生兰科植物资源及其保护发展必要性的探讨)[J]. *Hubei Fore Sci Tech*(湖北林业科技), (1):24—27
- Luo XT(罗新谈). 2003. Investigation of Orchidaceae plants and protective tactics in Tianyuhe River-Valley in Qinling Mountains(秦岭田峪河流域兰科植物资源调查及其保护策略)[J]. *Acta Bot Boreall-Occident Sin*(西北植物学报), 23(11):1969—1972
- Luo YB(罗毅波), Jia JS(贾建生), Wang CL(王春玲). 2003. A general review of the conservation status of Chinese Orchids(中国兰科植物保育的现状和展望)[J]. *Biodiversity Science*(生物多样性), 11(1):70—77