

灵空山辽东栎林种群生态位特征

伊力塔¹, 豪树奇², 韩海荣³, 凡小华¹, 康峰峰³

(1. 浙江农林大学 林业与生物技术学院 亚热带森林培育国家重点实验室培育基地, 浙江 临安 311300;
2. 中国计量学院 艺术与传播学院, 浙江 杭州 310018; 3. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083)

摘要: 利用样地调查数据, 以物种重要值作为资源状态指标, 应用 Levins, Hurlbert 生态位宽度公式和 Levins 生态位重叠公式对山西灵空山林区辽东栎 *Quercus liaotungensis* 群落 6 种乔木、8 种灌木和 11 种草本进行了生态位宽度和生态位重叠计算。结果表明: 灵空山林区乔木树种以辽东栎 (Levins 生态位宽度 $B_i = 1.1590$, Hurlbert 生态位宽度 $B_a = 0.7960$), 油松 *Pinus tabulaeformis* ($B_i = 0.9907$, $B_a = 0.5361$) 的生态位宽度值较大; 灌木树种以三裂绣线菊 *Spiraea trilobata* ($B_i = 1.0950$, $B_a = 0.5090$) 的生态位宽度值较大; 而草本层中, 披针薹草 *Carex lanceolata* 的生态位宽度值最大 ($B_i = 1.3097$, $B_a = 0.9485$)。乔木、灌木、草本层各种群之间均有不同程度的重叠, 重叠指数依乔木、灌木、草本层逐渐减少, 总的表现为生态位宽度较大的物种对资源利用能力较强, 与其他种群间的生态位重叠一般较大。图 1 表 4 参 14

关键词: 森林生态学; 生态位宽度; 生态位重叠; 辽东栎; 灵空山

中图分类号: S718.5 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2012)01-0046-06

Niche characteristics of a *Quercus liaotungensis* forest in the Lingkong Mountains

Yilita¹, Haoshuqi², HAN Hai-rong³, FAN Xiao-hua¹, KANG Feng-feng³

(1. The Nurturing Station for the State Key Laboratory of Subtropical Silviculture, School of Forestry and Biotechnology, Zhejiang A & F University, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 2. College of Arts and Communication, China Jiliang University, Hangzhou 310018, Zhejiang, China; 3. The Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: To determine important indicators of resource status, such as species, niche breadth (B_i and B_a), and niche overlap, a survey of datum plots for populations of trees (6 species), shrubs (8 species), and herbs (11 species) within a *Quercus liaotungensis* forest in the Lingkong Mountains of Shaanxi Province were studied using the niche breadth formulae of Levins and Hurlbert and the niche overlap formula of Levins. Results indicated that in the overstory, niche breadth for *Quercus liaotungensis* ($B_i = 1.1590$ and $B_a = 0.7960$) and *Pinus tabulaeformis* ($B_i = 0.9907$ and $B_a = 0.5361$) was greatest. In the shrub layer, niche breadth of *Spiraea trilobata* ($B_i = 1.0950$ and $B_a = 0.5090$) was largest. In the herb layer, niche breadth of *Carex lanceolata* ($B_i = 1.3097$ and $B_a = 0.9485$) was the most prevalent. Degrees of overlap existed among the various layers with the overlap indexes gradually decreasing from the overstory to the understory. Thus, species with a larger niche breadth had stronger resource utilization capabilities, and their niche overlap was greater than other populations. [Ch, 1 fig. 4 tab. 14 ref.]

收稿日期: 2011-04-26; 修回日期: 2011-05-30

基金项目: 国家林业局引进国际先进农业科学技术计划(948 计划)项目(2010-4-15); 华北区(北京、河南、山西)主要森林类型净生产力多尺度长期观测与评价项目(20080406/rhh-02)

作者简介: 伊力塔, 讲师, 从事森林生态学研究。E-mail: yilita@126.com。通信作者: 韩海荣, 教授, 博士生导师, 从事生态系统研究。E-mail: hanhr@bjfu.edu.cn

Key words: forest ecology; niche breadth (B_i and B_a); niche overlap; *Quercus liaotungensis*; Lingkong Mountain

自 1917 年 Grinnell^[1]正式定义生态位为正好被一个种(或亚种)所占据的环境限制性因子单元到 2002 年 Shea 和 Chesson^[2]重新将生态位定义为物种对每个生态位空间点的反应和效应, 生态位理论一直是生态学领域的研究热点, 而且随着生态学趋向量化发展, 对生态位的定义和理解也更加量化和成熟^[3]。目前, 广泛地应用于森林资源的保护与利用、生物多样性保护以及群落演替等研究中。辽东栎 *Quercus liaotungensis* 林是暖温带落叶阔叶林区域典型地带性植被类型之一, 在暖温带森林生态系统中具有很重要的地位, 具有改良土壤, 维持林地生产力, 保持森林生态系统多样性, 提高生态系统稳定性, 涵养水源, 防止和减缓山地土壤流失的生态价值。近年来, 一些学者对辽东栎研究主要集中在种群分布^[4-6], 群落结构的研究^[7-9], 对其群落生态位的研究报道较少。开展该研究将有助于了解暖温带落叶阔叶林典型群落各物种的地位与作用, 对于深入了解群落结构与稳定性, 开发利用以及进一步了解种间竞争关系具有重要作用。

1 研究区概况

研究区位于山西太岳山林区中部灵空山自然保护区内, 地理坐标为 36°31'~36°43'N, 112°01'~112°15'E。具有典型的暖温带大陆性季风气候特征, 年平均气温为 8.0 ℃, 年日照时数为 2 600 h, 无霜期 125 d, 年降水量为 600~650 mm, 多集中在 7~9 月。地势西高东低, 海拔为 1 150~2 088 m(平均值为 1 760 m), 地貌属大起伏喀斯特侵蚀高中山, 岩石主要为石灰岩, 土壤以褐土和棕壤为主。该辽东栎群落主要树种有辽东栎, 油松 *Pinus tabulaeformis*, 山杨 *Populus davidiana*, 白桦 *Betula platyphylla*, 褐梨 *Pyrus phaeocarpa*, 五角枫 *Acer mono* 等。

2 研究方法

2.1 样地设置与调查

在研究区内辽东栎分布地带进行全面线路踏查的基础上, 选择典型地段内设置 20 m × 30 m 的样地 25 个, 详细记录样地内群落类型、海拔、坡度、坡向和土壤等环境因子; 乔木层采用每木调查(包括记录树种, 测胸径、树高、枝下高和冠幅等)。与此同时, 在每个样地内均设置 5 块 5 m × 5 m 的灌木样方和 25 块 1 m × 1 m 的草本样方, 详细记录灌木种类、株数、盖度、高度以及草本种类、株数、盖度等指标。

2.2 数据处理与计算

2.2.1 重要值 重要值可作为群落中植物种优势度的一个度量标志, 体现群落中各种群的相对重要性及植物的最适生境^[10], 其计算公式可分为乔木灌草等。乔木重要值=(相对高度+相对优势度+相对多度)/3。其中, 相对高度(%)=100×某个种的高度/所有种的总高度; 相对优势度(%)=100×某个种的基径断面积/所有种的基径断面积之和; 相对多度(%)=100×某个种的株数/所有种的总株数。灌木和草本植物的重要值=(相对盖度+相对多度)/2。其中, 相对盖度(%)=100×某个种的盖度/所有种的总盖度; 相对多度(%)=100×某个种的株数/所有种的总株数。

2.2.2 生态位宽度 生态位宽度主要反映物种对资源利用的程度, 常采用 Levins^[11]和 Hurlbert^[12]的生态位宽度公式计算。①Levins 生态位宽度。采用 Levins 公式中的 Shannon-Wiener 指数。该式计算简单, 生物学意义明确, 其结果能更好地表达群落优势种生态位宽度对比关系的客观情况, 并且近几年使用较多。

$B_i = -\sum_{j=1}^r P_{ij} \log P_{ij}$ 。其中, B_i 是种 i 的生态位宽度, P_{ij} 是种 i 对第 j 个资源的利用占其对全部资源利用的频度, 即 $P_{ij} = n_{ij}/N_i$, 而 n_{ij} 为种 i 在资源 j 上的优势度(为物种重要值), r 为资源等级数; 上述方程具有值域 $[0, \log r]$ 。②Hurlbert 生态位宽度。 $B_a = (B_i - 1)/(r - 1)$ 。其中, $B_i = 1/\sum_{j=1}^r P_{ij}^2$, B_a 为生态位宽度, P_{ij} 值域为 $[0, 1]$ 。

2.2.3 生态位重叠 生态位重叠是指一定资源序列上, 2 个物种利用同等级资源而互相重叠的情况, 其计算公式为: $L_{ih} = B_{(L)i} \sum_{j=1}^r P_{ij} \times P_{hj}$; $L_{hi} = B_{(L)h} \sum_{j=1}^r P_{ij} \times P_{hj}$; $B_{(L)i} = 1/(r \sum_{j=1}^r P_{ij}^2)$ 。其中, L_{ih} 为物种 i 重叠物种 h 的生

态位重叠指数; L_{hi} 为物种 h 重叠物种 i 的生态位重叠指数; $B_{(L)}$ 为 Levins 的生态位宽度指数; $B_{(L)i}$ 和 $B_{(L)h}$ 具有域值 $[1/r, 1]$; L_{ih} , L_{hi} 具有域值 $[0, 1]$ 。

3 结果与分析

3.1 优势种重要值

根据样地资料计算了优势种重要值(表 1)。结果表明:乔木层中辽东栎和油松种群占有很大的比例,其平均重要值分别达到了 41.341 和 26.345。充分表明辽东栎和油松在灵空山地区资源位上具有较大的优势,也可证明松栎林在暖温带地区所具有的地带性特征。另外,黄刺玫 *Rosa xanthina*, 三裂绣线菊 *Spiraea trilobata* 以及披针薹草 *Carex lanceolata* 在其灌木、草本的分层中表现出较大的优势。

表 1 辽东栎林优势种重要值及生态位宽度

Table 1 Important value and niche breath of dominant species in *Quercus liaotungensis* forest

层	植物名	平均重要值	B_i	B_a
乔木层	辽东栎 <i>Quercus liaotungensis</i>	41.341	1.159 0	0.796 4
	油松 <i>Pinus tabulaeformis</i>	26.345	0.990 7	0.536 1
	山杨 <i>Populus davidiana</i>	16.189	0.943 9	0.466 4
	白桦 <i>Betula platyphylla</i>	24.891	0.883 6	0.424 9
	褐梨 <i>Pyrus phaeocarpa</i>	21.659	0.856 8	0.379 6
	五角枫 <i>Acer mono</i>	6.763	0.581 2	0.178 2
灌木层	三裂绣线菊 <i>Spiraea trilobata</i>	30.204	1.095 4	0.508 6
	黄刺玫 <i>Rosa xanthina</i>	36.403	0.999 5	0.397 7
	胡枝子 <i>Lespedeza bicolor</i>	16.214	0.900 0	0.240 9
	金银木 <i>Lonicera maackii</i>	6.179	0.881 3	0.286 9
	华北忍冬 <i>Lonicera tatarinowii</i>	8.989	0.775 0	0.228 4
	山楂 <i>Crataegus pinnatifida</i>	11.101	0.652 0	0.129 9
	西北栒子 <i>Cotoneaster zabelii</i>	13.038	0.564 3	0.083 5
	榛子 <i>Corylus heterophylla</i>	21.937	0.545 7	0.103 9
草本层	披针薹草 <i>Carex lanceolata</i>	76.101	1.309 7	0.948 5
	宽叶薹草 <i>Carex siderosticta</i>	4.770	1.061 3	0.440 8
	北青兰 <i>Dracocephalum argunense</i>	0.685	0.872 6	0.254 7
	穿山龙 <i>Dioscorea nipponica</i>	0.832	0.866 6	0.203 5
	宽叶山蒿 <i>Artemisia stolonifera</i>	0.634	0.803 6	0.168 7
	山蓼 <i>Oxyria Digyna</i>	17.149	0.791 4	0.178 9
	轮叶贝母 <i>Fritillaria maximowiczii</i>	0.706	0.741 2	0.162 8
	茜草 <i>Rubia cordifolia</i>	0.944	0.696 9	0.119 2
	荷青花 <i>Hylomecon japonica</i>	1.932	0.630 6	0.108 2
	深山堇菜 <i>Viola selkirkii</i>	0.714	0.550 6	0.107 3
	鹅冠草 <i>Roegneria kamoji</i>	16.342	0.514 9	0.085 6

3.2 生态位宽度

从生态位宽度计算结果(表 1)可以看出:虽然 2 种(Levins 和 Hurlbert)计测公式的结果不同,但其趋势基本一致。在乔木层中,辽东栎种群的生态位宽度指数最大($B_i = 1.159 0$, $B_a = 0.796 0$),其他优势种群的生态位宽度值按大小顺序依次为油松>山杨>白桦>褐梨>五角枫;在灌木层中,生态位宽度最大的为三裂绣线菊($B_i = 1.095 0$, $B_a = 0.509 0$),其他灌木层生态位宽度值依次为黄刺玫>胡枝子 *Lespedeza*

bicolor > 金银木 *Lonicera maackii* > 华北忍冬 *Lonicera tatarinowii* > 山楂 *Crataegus pinnatifida* > 西北栒子 *Cotoneaster zhabelli* > 榛子 *Corylus heterophylla*; 在群落的草本层中，披针薹草生态位宽度指数最大 ($B_i = 1.309 7$, $B_a = 0.948 5$)，而宽叶薹草 *Carex siderosticta*，北青兰 *Dracocephalum argunense*，穿山龙 *Dioscorea nipponica*，宽叶山蒿 *Artemisia stolonifera*，山蓼 *Oxyria Digyna*，轮叶贝母 *Fritillaria maximowiczii*，茜草 *Rubia cordifolia*，荷青花 *Hylomecon japonica*，深山堇菜 *Viola selkirkii* 和鹅冠草 *Roegneria kamoji* 的重要值依次减少。

这些结果均反映了灵空山林区辽东栎林各种群的地位和分布范围。种群的生态位宽度越大，说明该种群在群落中的地位越高，其分布的范围就越广。如：辽东栎是构成暖温带落叶阔叶林地带森林群落的优势种群，其分布范围较广、数量较多、利用资源较为充分，对所在环境具有较强的适应能力。而在灵空山辽东栎林中油松、白桦、山杨等是乔木层主要的伴生优势种，其数量和分布相对于辽东栎种群要小，对环境的作用和利用能力、生态幅度等都低于辽东栎种群，因此其生态位宽度也小于辽东栎。除乔木层，灌木层的三裂绣线菊和草本层的披针薹草在辽东栎林中具有较强的生态适应能力，故其重要值也较大。

3.3 生态位重叠

生态位重叠计算结果表明(表 2~4)：除草本种群之间有 34 对生态位不重叠以外，乔木和灌木各种群之间均有不同程度的重叠，其中，乔木树种中有 13 对树种间的重叠值 > 0.1，约占总对数的 43.33%；有 8 对树种间的重叠值 > 0.2，约占总对数的 26.67%。灌木树种中有 6 对树种间的重叠值 > 0.1，约占总对数的 10.71%；有 3 对树种之间的重叠值 > 0.2，约占总对数的 5.36%。草本植物中有 6 对树种间的重叠值 > 0.1，约占总对数的 5.45%；有 4 对树种之间的重叠值 > 0.2，约占总对数的 3.64%。可以看出：各种群之间生态位重叠指数大小依乔、灌、草减小，而且生态位宽度大的种群之间一般能产生较大的重叠值。如：辽东栎与油松的 L_{ih} 和 L_{hi} 的重叠值分别为高达 0.928 3 和 0.648 3，还有灌木层的三裂绣线菊与黄刺玫以及草本层中同属薹草属的披针薹草与宽叶薹草。

表 2 辽东栎林主要乔木种群生态位重叠

Table 2 Niche overlap of main arbor population in *Quercus liaotungensis* forest

指数	植物名	L_{ih}					
		辽东栎	油松	山杨	白桦	褐梨	五角枫
L_{hi}	辽东栎		0.648 3	0.281 4	0.288 3	0.244 2	0.016 5
	油松	0.928 2		0.086 7	0.098 4	0.125 5	0.016 5
	山杨	0.455 7	0.098 0		0.175 6	0.038 2	0.002 8
	白桦	0.506 2	0.120 7	0.190 4		0.046 0	0.007 0
	褐梨	0.472 2	0.169 5	0.045 7	0.050 6		0.011 7
	五角枫	0.058 0	0.040 7	0.006 1	0.014 1	0.021 4	

表 3 辽东栎林主要灌木种群生态位重叠

Table 3 Niche overlap of main shrub population in *Quercus liaotungensis* forest

指数	植物名	L_{ih}							
		三裂绣线菊	黄刺玫	胡枝子	金银木	华北忍冬	山楂	西北栒子	榛子
L_{hi}	三裂绣线菊		0.290 3	0.085 5	0.047 6	0.032 0	0.011 8	0.006 7	0.022 7
	黄刺玫	0.362 1		0.137 0	0.012 6	0.035 4	0.011 8	0.038 7	0.027 8
	胡枝子	0.164 2	0.210 8		0.008 2	0.007 6	0.006 5	0.013 4	0.006 5
	金银木	0.078 8	0.016 7	0.007 1		0.006 7	0.005 5	0.001 3	0.007 0
	华北忍冬	0.064 3	0.056 9	0.007 9	0.008 1		0.008 3	0.000 6	0.009 0
	山楂	0.036 6	0.029 4	0.010 5	0.010 3	0.012 9		0.004 4	0.008 0
	西北栒子	0.027 8	0.129 8	0.029 1	0.003 3	0.001 2	0.006 0		0.008 2
	榛子	0.082 5	0.080 9	0.012 2	0.015 3	0.016 3	0.009 4	0.007 1	

表4 辽东栎林主要草本种群生态位重叠

Table 4 Niche overlap of main herb population in *Quercus liaotungensis* forest

指数	植物名	L_{ih}										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	1		0.250 1	0.018 4	0.019 6	0.010 3	0.191 2	0.007 8	0.012 1	0.016 0	0.003 3	0.065 7
	2	0.508 8		0.001 1	0.000 7	0.000 4	0.016 7	0.000 1	0.000 3	0.000 4	0.000 4	0.001 5
	3	0.060 4	0.001 7		0.000 1	0.000 0	0.000 4	0.000 0	0.000 1	0.000 0	0.000 0	0.000 0
	4	0.077 0	0.001 4	0.000 1		0.000 0	0.000 8	0.000 1	0.000 0	0.000 5	0.000 0	0.000 9
	5	0.047 2	0.001 0	0.000 1	0.000 1		0.000 6	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 0	0.000 3
L_{hi}	6	0.834 1	0.035 8	0.000 6	0.000 9	0.000 6		0.000 0	0.000 1	0.001 0	0.000 2	0.000 0
	7	0.036 5	0.000 3	0.000 0	0.000 1	0.000 0	0.000 0		0.000 1	0.000 1	0.000 0	0.001 1
	8	0.071 6	0.001 0	0.000 2	0.000 1	0.000 0	0.000 1	0.000 1		0.000 1	0.000 0	0.000 0
	9	0.101 2	0.001 3	0.000 0	0.000 8	0.000 0	0.001 4	0.000 1	0.000 1		0.000 0	0.004 6
	10	0.020 9	0.001 2	0.000 1	0.000 0	0.000 0	0.000 3	0.000 0	0.000 0	0.000 0		0.000 0
	11	0.483 4	0.005 6	0.000 0	0.001 6	0.000 5	0.000 0	0.001 7	0.000 0	0.005 4	0.000 0	

说明：1. 披针藁草；2. 宽叶藁草；3. 北青兰；4. 穿山龙；5. 宽叶山萸；6. 山萸；7. 轮叶贝母；8. 茜草；9. 荷青花；10. 深山堇菜；11. 鹅冠草。

除此之外，从生态位重叠分配格局(图1)来看，不论是 L_{ih} 还是 L_{hi} ，乔木层种群之间的生态位重叠值 > 0.2 所占的比例较高，达 26.67%，表明各种群对资源的共享趋势还是较为明显的。而灌木、草本层的生态位重叠值大部分分布在 0.02 以下，表明各种群对资源的共享趋势不明显。

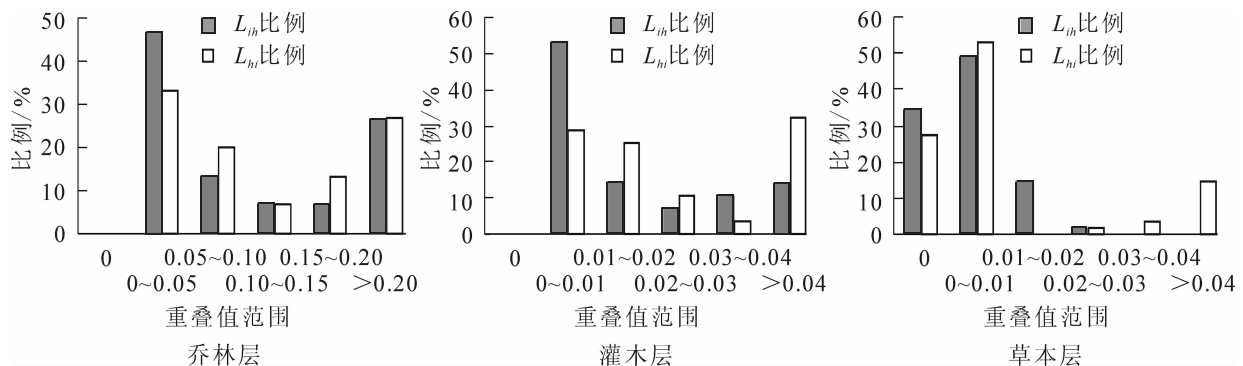


图1 主要种群生态位重叠分配格局

Figure 1 Distribution pattern of niche overlap of main species plant population

4 结论与讨论

通常物种生态位宽度的大小决定于其对资源的利用和对环境的适应能力^[13]。从本研究结果来看，乔木层辽东栎种群的生态位宽度指数最大，其次为油松；而灌木层中的三裂绣线菊、黄刺玫以及草本层的披针藁草、宽叶藁草的生态位宽度指数也较高。这种结果基本上可以反映辽东栎林资源位中优势种群的地位以及它们分布的均匀程度。除此之外，各层优势种群之间均有不同程度的生态位重叠；其中，乔木层种群之间共享趋势较为明显，草本层中无重叠比例较高。生态位宽度和生态位重叠之间呈现着一定的联系^[14]；生态位宽度较大的物种，对资源的利用能力较强，分布较广，因而与其他种群间的生态位重叠也会较大，如乔木层中的优势种群生态位宽度均较大，从而其生态位重叠也较大，特别是辽东栎与其他种群的生态位重叠均较大。而生态位宽度较小的种群，对资源利用能力较弱，分布范围较窄，与其他物种生态位重叠也较小，甚至会出现没有重叠的现象，如草本层的鹅冠草与北青兰、山萸、深山堇菜等出现了没有重叠的现象，但是生态位宽度大的种群与生态位宽度小的种群也能产生较大的重叠值，如金银

木和榛子的重叠指数高达 0.803 8。除此之外, 由于生态位宽度较大的物种本身的生物生态学特性也不一定相同, 对环境资源的要求也不尽相同, 导致其间的生态位重叠并不一定很高, 如灌木层的西北荀子和榛子的生态位重叠较大, 但其生态位宽度却并不高。

参考文献:

- [1] GRINNELL J. The niche-relationship of the California thrasher [J]. *Auk*, 1917, **34**: 427 – 433.
- [2] SHEA K, CHESSON P. Community ecology theory as a framework for biological invasions [J]. *Trends Ecol Evol*, 2002, **17** (4): 170 – 176.
- [3] 牛克昌, 刘恂宁, 沈泽昊, 等. 群落构建的中性理论和生态位理论[J]. 生物多样性, 2009, **17** (6): 579 – 593.
NIU Kechang, LIU Yining, SHEN Zehao, *et al.* Community assembly: the relative importance of neutral theory and niche theory [J]. *Biodiversity Sci*, 2009, **17** (6): 579 – 593.
- [4] 伊力塔, 韩海荣, 程小琴, 等. 灵空山林区辽东栎 *Quercus liaotungensis* 种群的空间分布格局[J]. 生态学报, 2008, **28** (7): 3254 – 3261.
Yilita, HAN Hairong, CHENG Xiaoqin, *et al.* Spatial distribution pattern of *Quercus liaotungensis* population in Lingkong Mountain [J]. *Acta Ecol Sin*, 2008, **28** (7): 3254 – 3261.
- [5] 冯云, 马克明, 张育新, 等. 北京东灵山地区辽东栎 *Quercus liaotungensis* 种群生活史特征与空间分布[J]. 生态学杂志, 2009, **28** (8): 1443 – 1448.
FENG Yun, MA Keming, ZHANG Yuxin, *et al.* Life history characteristics and spatial pattern of *Quercus liaotungensis* population in Dongling Mountain of Beijing, China [J]. *Chin J Ecol*, 2009, **28** (8): 1443 – 1448.
- [6] 李宗峰, 李旭光, 王永健, 等. 不同恢复群落中辽东栎种群空间格局分析[J]. 广西植物, 2007, **27** (4): 576 – 580.
LI Zongfeng, LI Xuguang, WANG Yongjian, *et al.* Spatial pattern of *Quercus liaotungensis* population in different recovering community [J]. *Guihaia*, 2007, **27** (4): 576 – 580.
- [7] 伊力塔, 韩海荣, 豪树奇, 等. 灵空山辽东栎群落特征及其物种多样性[J]. 林业科学, 2010, **46** (9): 164 – 171.
Yilita, HAN Hairong, Haoshuqi, *et al.* The community characters and species biodiversity of *Quercus liaotungensis* in Lingkongshan Mountain [J]. *Sci Silv Sin*, 2010, **46** (9): 164 – 171.
- [8] 袁士云, 张宋智, 刘文桢, 等. 小陇山辽东栎次生林的结构特征和物种多样性[J]. 林业科学, 2010, **46** (5): 27 – 34.
YUAN Shiyun, ZHANG Songzhi, LIU Wenzhen, *et al.* Tree species diversity and structure characteristic of secondary forests of *Quercus liaotungensis* on Xiaolongshan [J]. *Sci Silv Sin*, 2010, **46** (5): 27 – 34.
- [9] 张文辉, 赵则海, 孙海芹, 等. 东灵山辽东栎林优势林木种群直径结构的研究[J]. 植物研究, 2002, **22** (1): 84 – 90.
ZHANG Wenhui, ZHAO Zehai, SUN Haiqin, *et al.* Study on population diameter structures of tree and shrub dominant plants in *Quercus liaotungensis* forest in Dongling Mountain in Beijing [J]. *Bull Bot Res*, 2002, **22** (1): 84 – 90.
- [10] 王育松, 上官铁梁. 关于重要值计算方法的若干问题[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2010, **33** (2): 312 – 316.
WANG Yusong, SHANGGUAN Tieliang. Discussion on calculating method of important values [J]. *J Shanxi Univ Nat Sci Ed*, 2010, **33** (2): 312 – 316.
- [11] LEVINS R. *Evolutinn Changing Environments: Some Theoretical Explorations* [M]. Princeton: Princeton University Press, 1968: 95 – 99.
- [12] HURLBERT S H. The measurement of niche overlap and some relatives [J]. *Ecology*, 1978, **59** (1): 67 – 77.
- [13] 陈俊华, 刘兴良, 何飞, 等. 卧龙巴朗山川滇高山栎灌丛主要木本植物种群生态位特征[J]. 林业科学, 2010, **46** (3): 22 – 28.
CHEN Junhua, LIU Xingliang, HE Fei, *et al.* Niche characteristics of dominant woody populations in *Quercus aquifoliodes* Shrub. community in Balangshan Mountain in Wolong Nature Reserve [J]. *Sci Silv Sin*, 2010, **46** (3): 22 – 28.
- [14] 赵永华, 雷瑞德, 何兴元, 等. 秦岭锐齿栎种群生态位特征研究[J]. 应用生态学报, 2004, **15** (6): 913 – 918.
ZHAO Yonghua, LEI Ruide, HE Xingyuan, *et al.* Niche characteristics of plant populations in *Quercus aliena* var. *acuteserrata* stands in Qinling Mountains [J]. *Chin J Appl Ecol*, 2004, **15** (6): 913 – 918.