林业科学研究 2009, 22(5): 647~651
Forest Research

文章编号: 1001-1498(2009)05-0647-05

3种竹笋夜蛾生态位及其种间竞争的研究

黄琼瑶[1], 舒金平[1], 张爱良[2], 徐天森[1], 王浩杰[1*]

(1. 中国林业科学研究院亚热带林业研究所,浙江 富阳 311400;
2. 浙江省安吉县林业局,浙江 安吉 313300)

摘要: 竹笋夜蛾是竹林笋期最主要的害虫之一,应用昆虫种群生物学理论对早园竹、红竹和淡竹笋上3种夜蛾种群动态及生态位进行了研究。结果表明: 淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾在种群数量上明显占优,前者发生高峰期集中于4月底至5月初,约7 d,后者集中于5月中旬,约10 d,二者在发生时间上相互分离; 竹笋禾夜蛾发生数量少,危害相对较轻。淡竹笋夜蛾的时间生态位宽度在3种夜蛾中最小, 竹笋禾夜蛾和淡竹笋夜蛾的生态位相似比例较高(>0.7),种间竞争系数高达0.9073,说明二者在利用时间资源上发生重叠,二者存在明显资源竞争,最终导致淡竹笋夜蛾种群密度和数量比例显著高于竹笋禾夜蛾。竹笋禾夜蛾的生态位宽度和笋秀夜蛾接近。3种竹笋夜蛾共存同一株竹笋的情况不存在,即使是2种夜蛾共存于同一竹笋的几率也很低,平均值也仅为0.97%。

关键词: 竹笋夜蛾; 时间生态位; 种间竞争; 种群动态
中图分类号: S795; S436.44 文献标识码: A

Niche of Three Dominant Shoot-boring Noctuids and Their Interspecific Competition

HUANG Qiong-yao[1], *SHU Jin-ping*[1], *ZHANG Ai-liang*[2], *XU Tian-sen*[1], *WANG Hao-jie*[1]

(1. Research institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400, Zhejiang, China;
2. Forestry Bureau of Anji County, Zhejiang Province, Anji 313300, Zhejiang, China)

Abstract Shoot boring noctuids are the most important pests in bamboo shoot periods. In this paper, insect population biology theory was used to analyze quantitatively the niches of three dominant shoot boring noctuids. These noctuids were investigated on three bamboo species, *Phyllostachys praecox*, *P. iridescins* and *P. glauca*, respectively. It was found that the population density of *Kumasia kumaso* and *Apamea apameoides* were the main species. The former reached the peak from late-April to early-May, experiencing seven days or so, and the latter aggregated on mid-May, lasting about ten days. These two species occurred separately. *Oligia vulgaris* were captured fewer in the field and observed to be less infested than the previous mentioned two species. Analysis from ecological indices showed that temporal nich breadth of *K. kumaso* was the narrowest among three noctuids. The temporal niche similarity between *Oligia vulgaris* and *Apamea kumaso* was higher than 0.7 while the interspecific competition coefficient was 0.9073. The results indicated that the competition between *O. vulgaris* and *K. kumaso* eventually resoulted in the significantly higher population density of *K. kumaso* than *O. vulgaris*. The temporal niche breath ralues of *K. kumaso* and *A. apameoides* was very similar. It had never observed that three species coexisted on the same shoots. The coexistence ratios of two of them was only 0.97%.

Key words shoot-boring noctuids; time niche; interspecies competition; population dynamics

收稿日期: 2009-02-11
基金项目: 国家林业局重点科学技术研究计划专项(2006-41); 国家"十一五"科技支撑项目(2006BAD19B01, 2006BAD24B0705)
作者简介: 黄琼瑶(1985—), 女, 江西萍乡人, 硕士研究生, 主要从事害虫综合治理技术研究.
*通讯作者: whj@fyhz.zj.cn

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

竹笋夜蛾是取食竹笋的夜蛾科 (Noctuidae)昆虫的总称,在我国研究报道的竹笋夜蛾主要有淡竹笋夜蛾 (*Kumasia kumaso* Suqi)、笋连秀夜蛾 (*Apamea repetita conjuncta* Leech)、笋秀夜蛾 (*Apamea apameoides* Draudt)及竹笋禾夜蛾 (*Oligia vulgaris* Buter) 4种。在浙江竹子栽培区,淡竹笋夜蛾、笋秀夜蛾和竹笋禾夜蛾发生最为严重[1]。竹笋夜蛾发生期集中在每年 4月至 5月竹林出笋期,常造成大面积退笋,严重影响当地竹农收入和竹林更新,是竹林笋期最主要的害虫之一。竹笋夜蛾均钻蛀取食竹笋,生物学和生态学特性相似,在时间、空间和营养等资源利用上存在激烈竞争。国内外学者已对竹笋夜蛾生物学特性、发生与环境的关系及防治技术开展了大量研究[2-8],但多针对单一虫种,对优势种种群动态的比较、生态位竞争等的研究极为薄弱。本文通过林间竹笋夜蛾发生情况的系统调查,定性和定量分析了浙江竹区 3种主要夜蛾的种群动态规律及竞争强度,补充了当前竹笋夜蛾种群生态研究方面的不足,为夜蛾的防治及揭示竹笋夜蛾侵入规律提供了理论依据。

1 材料与方法

1.1 调查竹种

调查地点选择在浙江省德清县万亩早园竹 (*Phyllostachys praecox* C. D. Chu et C. S Chao)种植基地 (30°29′ N, 119°55′ E)和安吉竹博园 (30°35′ N, 119°40′ E)。德清县万亩早园竹种植基地以种植早园竹为主,每年实施采笋、施肥及竹腔注射防治害虫等经营管理措施。安吉竹博园建于 20世纪 70年代中期,收集竹子 300多种,每一竹种单一小区种植,各小区用水泥石条筑埂隔离。园内地形和竹子种植肥、水管理条件基本一致。调查竹种选择早园竹、红竹 (*P. iridescens* C. Y. Yao et S Y. Chen)和淡竹 (*P. glauca* McClure),种植年限在 10~15 a,调查面积在 1 hm^2以上。

1.2 调查方法

自各竹种出笋期开始至出笋结束,每隔 3 d调查 1次,随机抽取新出笋调查,每次取样数 > 500株,受害笋数不小于 50株,将受害笋带回室内解剖后确定虫种。统计各竹笋夜蛾上笋时间、数量及调查的株数。

1.3 分析方法

植食性昆虫生态位关系表达了竞争者之间对资源分配的策略。本文以 6 d为一个资源单位,根据各夜蛾种群在时间系列上的分布,分析 3种竹笋夜蛾在时间维度上的生态关系;以整个调查期内各夜蛾种群在 3个不同竹种的营养序列上的分布,计算营养生态位。

1.3.1 生态位宽度[9-17]

$$B = 1/(S\sum_{h=1}^{S}P_{ih}^2)$$

式中: B 为物种的生态位宽度; S 是可利用资源序列的等级数 (下同); P_{ih} (P_{jh})表示物种 i(物种 j)利用第 h等级资源占利用总资源等级的比例 (下同); $1/S \leqslant B \leqslant 1$,其中, $B = 1/S$表示物种仅仅利用资源序列中的一个等级; $B = 1$表示物种以完全相同的比例利用每一个等级。

1.3.2 生态位重叠[9-10,14,16-17]

$$L_{ij} = \sum_{h=1}^{n}P_{ih}P_{jh}(B_i)$$

L_{ij} = 第 i个物种对物种 j的生态位重叠指数; B_i = 第 i种的生态位宽度。

1.3.3 生态位相似比例[9-10,16-17]

$$PS = 1 - \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{S}|P_{ih} - P_{jh}|$$

1.3.4 种间竞争系数[15-16,18]

$$a_{ij} = \sum P_iP_j / \sqrt{(\sum P_i^2)(\sum P_j^2)}$$

式中: a_{ij}为物种 i和物种 j在相同资源中的竞争系数; P_i、P_j为物种 i和物种 j在资源各序列中的比例。

1.4 试验数据分析处理

采用 DPS 8.05(杭州睿丰信息技术有限公司)和 Excel中统计分析模块对试验数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 竹笋夜蛾幼虫种群数量动态

图 1表明: 3种竹笋夜蛾中,淡竹笋夜蛾 4月上旬最早侵入竹笋,竹笋禾夜蛾和笋秀夜蛾比淡竹笋夜蛾侵入时间要推迟约 10 d。淡竹笋夜蛾危害高峰期出现在 4月下旬,种群密度平均达 19.1头·百株$^{-1}$,高峰持续约 7 d,幼虫发生量占全年 85.26%, 5月中旬幼虫都入土化蛹。笋秀夜蛾发生高峰与淡竹笋夜蛾相分离,幼虫种群数量高峰出现时间比淡竹笋夜蛾推迟约 10 d,出现在 5月中旬,种群密度平均达 19.5头·百株$^{-1}$,高峰期持续约 10 d,幼虫发生量占全年 68.03%, 5月底幼虫期结束。在调查的 3

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

种竹种中, 竹笋禾夜蛾危害相对较轻, 高峰期幼虫种群密度仅为 1. 8头・百株$^{-1}$, 幼虫种群密度无明显高峰期, 其发生期与淡竹笋夜蛾及笋秀夜蛾幼虫发生期重叠。

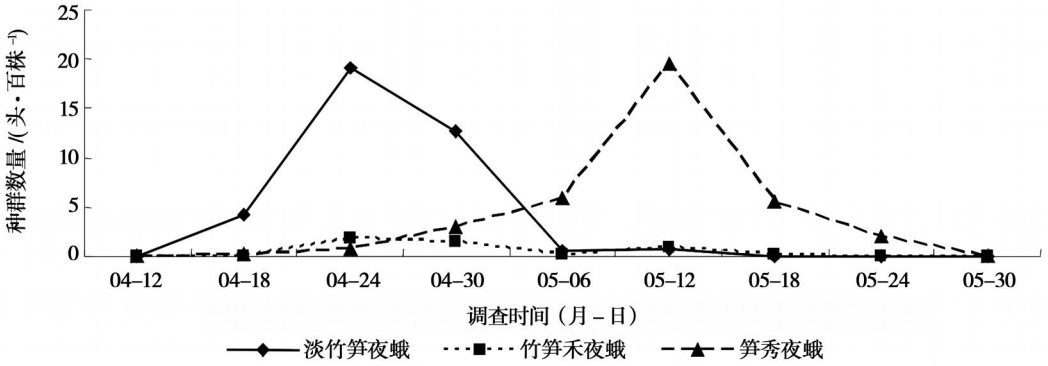

图 1　3种竹笋夜蛾的幼虫种群动态

2 2　竹笋夜蛾种群结构动态

在 4月中旬, 淡竹笋夜蛾和竹笋禾夜蛾先于笋秀夜蛾侵入竹笋, 淡竹笋夜蛾占主导地位, 3种夜蛾中比例最高可达 97. 67% (图 2); 4月底, 淡竹笋夜蛾比例开始迅速下降, 5月份后, 比例降至 10% 以下, 5月中旬降为 0。进入 5月份后, 笋秀夜蛾的比例迅速上升, 5月下旬淡竹笋夜蛾和竹笋禾夜蛾均已入土化蛹, 笋秀夜蛾的比例达到 100%。竹笋禾夜蛾发生期相对较长, 但种群密度较低, 在 3种夜蛾中所占比例较低, 4月下旬达到最高, 仅为 8. 29%。

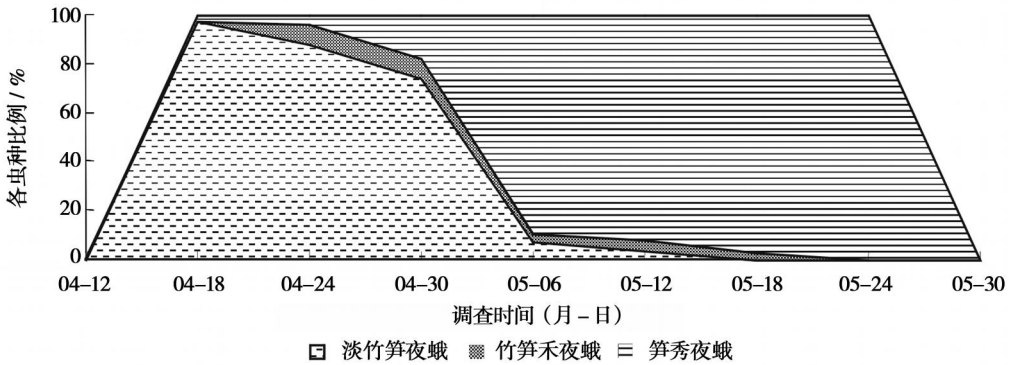

图 2　不同时期 3种竹笋夜蛾的分布比例

2 3　竹笋夜蛾的生态位分析

依据 3种竹笋夜蛾种群密度的变化规律, 分别计算出 3种竹笋夜蛾笋期的时间及营养生态位宽度、生态位重叠指数、生态位相似比例及种间竞争系数。表 1表明: 3种竹笋夜蛾时间生态位生态位宽度均较窄, 基本接近, 其中淡竹笋夜蛾的生态位宽度最窄, 竹笋禾夜蛾最宽。从生态位相似比例来看, 竹笋禾夜蛾和淡竹笋夜蛾的相似比例显著高于淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾; 从种间竞争系数来看, 以淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾的种间竞争系数较小, 仅为 0. 144 5, 而淡竹笋夜蛾和竹笋禾夜蛾的种间竞争系数高达 0. 907 3。

表 1　3种竹笋夜蛾的时间生态位

竹笋夜蛾	生态位宽度	生态位重叠指数			生态位相似比例			种间竞争系数		
		淡竹笋夜蛾	竹笋禾夜蛾	笋秀夜蛾	淡竹笋夜蛾	竹笋禾夜蛾	笋秀夜蛾	淡竹笋夜蛾	竹笋禾夜蛾	笋秀夜蛾
淡竹笋夜蛾	0. 364 9	1	0. 112 8	0. 019 2	1	0. 730 5	0. 140 5	1	0. 907 3	0. 144 5
竹笋禾夜蛾	0. 481 3	0. 148 8	1	0. 077 8	0. 730 5	1	0. 407 3	0. 907 3	1	0. 510 5
笋秀夜蛾	0. 422 8	0. 022 2	0. 068 3	1	0. 140 5	0. 407 3	1	0. 144 5	0. 510 5	1

3种夜蛾的营养生态位分析表明 (表 2): 淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾与竹笋禾夜蛾相比, 利用寄主的范围相对较宽, 营养生态位宽度均大于 0. 6, 而竹笋禾夜蛾仅为 0. 439 1。笋秀夜蛾和竹笋禾夜蛾取食的

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

资源具有一致性,生态位相似比例大于 0.6,因而二者在食物资源利用上发生激烈竞争,种间竞争系数高达 0.8以上。淡竹笋夜蛾与另 2种夜蛾由于在食物资源的争夺上发生了分离 (生态位相似比例均小于 0.4),因而相互间竞争的激烈程度相对较弱。

表 2 3种竹笋夜蛾的营养生态位

种类	生态位宽度	生态位重叠指数			生态位相似比例			种间竞争系数		
		淡竹笋夜蛾	竹笋禾夜蛾	笋秀夜蛾	淡竹笋夜蛾	竹笋禾夜蛾	笋秀夜蛾	淡竹笋夜蛾	竹笋禾夜蛾	笋秀夜蛾
淡竹笋夜蛾	0.651 5	1	0.204 7	0.130 8	1	0.383 4	0.389 0	1	0.504 2	0.399 0
竹笋禾夜蛾	0.439 1	0.138 0	1	0.224 6	0.383 4	1	0.656 9	0.504 2	1	0.834 1
笋秀夜蛾	0.673 2	0.135 2	0.344 3	1	0.389 0	0.656 9	1	0.399 0	0.834 1	1

2.4 竹笋夜蛾的共存性调查

3种竹笋夜蛾在同一株竹笋上危害的共存性调查结果表明 (表 3): 3种竹笋夜蛾多单一种占驻一株竹笋, 3种竹笋夜蛾共存同一株竹笋的情况不存在,即使是 2种夜蛾共存于同一竹笋的几率也很低,平均值也仅为 0.97%。

表 3 3种竹笋夜蛾在竹笋上的危害统计

项目	有虫株数/株	竹笋株数/株						
		单一存在			2条虫共存			3条虫共存
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ+Ⅱ	Ⅱ+Ⅲ	Ⅰ+Ⅲ	Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ
总计	584	245	37	285	1	9	7	0
比例/%	100	41.95	6.34	48.80	0.17	1.54	1.20	0

注: Ⅰ—淡竹笋夜蛾, Ⅱ—竹笋禾夜蛾, Ⅲ—笋秀夜蛾。

3 结论与讨论

生态位宽度和生态位重叠是描述物种间生态位关系的重要指标,该指标可反映出群落中各个物种对空间、食物及其他资源的利用程度与关系[19]。对笋期 3种竹笋夜蛾的时间生态位的研究结果表明, 3种竹笋夜蛾生态位宽度均较窄且基本接近,说明 3种夜蛾幼虫发生期均较短。3种竹笋夜蛾发生世代为 1年 1代,其中幼虫发生期较短,不足 30 d,集中于每年的 4、5月份竹林出笋期。3种竹笋夜蛾中淡竹笋夜蛾的生态位宽度最窄,表明其幼虫发生期最短,危害集中;竹笋禾夜蛾最宽,幼虫危害期长,利用时间资源相对充分。这与 3种竹笋夜蛾幼虫种群动态及不同时期竹笋夜蛾种群结构动态的研究结果相一致。

当 2个或 2个以上生态位相似的物种分享或竞争共同资源时,就可能发生生态位重叠。如果这种重叠是在环境容量充分饱和的情况下存在,那么便会导致竞争排斥现象[20-22]。竹笋禾夜蛾和淡竹笋夜蛾的生态位相似比例较高 (> 0.7),种间竞争系数高达 0.907 3,说明二者在利用时间资源上发生重叠,二者存在明显的资源竞争,最终导致淡竹笋夜蛾种群密度和数量比例显著高于竹笋禾夜蛾。生态位重叠物种间竞争总会导致重叠程度降低,彼此分别占领不同的空间和时间觅食[21, 23]。淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾的生态位重叠指数及相似比例均较低,仅为 0.019 2和 0.140 5,说明二者在时间资源利用上趋于分离,彼此在不同的时间取食,这一结果在二者幼虫种群动态研究中得到了验证,笋秀夜蛾幼虫种群数量高峰出现时间比淡竹笋夜蛾推迟约 10 d,淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾幼虫取食行为存在明显差异,笋秀夜蛾幼虫孵化后先取食禾本科 (Gramineae)或莎草科 (Cyperaceae)杂草, 2~3龄后转移到竹笋上取食,而淡竹笋夜蛾初孵幼虫则无转寄主习性。笋秀夜蛾幼虫的转寄主行为使 2种夜蛾在发生期上分离,避免了同期资源竞争。这可能是竹笋夜蛾为躲避竞争而进化形成的生存策略。

生态位重叠物种间竞争可能会导致彼此产生寄主范围 (食物资源)的分化。3种夜蛾的营养生态位分析表明,淡竹笋夜蛾和笋秀夜蛾与竹笋禾夜蛾相比都具有较宽的寄主谱,这可能是二者在与重叠物种竹笋禾夜蛾竞争中获胜的一个重要因子。笋秀夜蛾和竹笋禾夜蛾取食的资源具有一致性,而且这种取食趋向也与作者在实际调查过程中获得的各种夜蛾的寄主范围相一致,这种寄主范围的一致性导致两者在食物资源利用上发生激烈竞争,最终结果是笋秀夜蛾获胜,种群密度和数量比例显著高于竹笋禾夜蛾。

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

生态位重叠物种在资源有限的系统内必然导致彼此在时间和空间上发生竞争排斥, 3种竹笋夜蛾在同一株竹笋上危害的共存性调查结果说明了这一点, 但 3种竹笋夜蛾判别竹笋是否已被其他竞争者占驻的机制有待更深入的研究。

本研究选取了有代表性的出笋期早的早竹、出笋期稍晚的淡竹及出笋期位于早竹和淡竹之间的红竹, 其目的在于更加全面地反映 3种竹笋夜蛾发生的时间。在计算其时间生态位时结合不同竹种的发笋情况与 3种夜蛾的发生期, 分析表明二者基本上相吻合, 至于夜蛾取食竹笋部位的差异, 对其他竹种取食的偏好等, 还有待进一步研究探讨。

参考文献:

[1] 徐天森, 王浩杰. 中国竹子主要害虫 [M]. 北京: 中国林业出版社, 2004: 45- 52
[2] 徐天森. 竹笋夜蛾防治研究 [J]. 林业科学, 1962, 7(4): 284- 291
[3] 徐天森. 大小年毛竹林与竹类害虫发生关系的探讨 [J]. 森林病虫通讯, 1982(1): 14- 17
[4] 童文钢. 竹笋禾夜蛾生物学特性及其防治 [J]. 华东昆虫学报, 1998, 7(2): 53- 57
[5] 屈邦选, 李秀山. 竹笋夜蛾生物学观察及药效试验 [J]. 西北林学院学报, 1988, 1(3): 37- 45
[6] 余昌元, 梁光红. 基夜蛾导致黄甜竹退笋规律及防治研究 [J]. 福建林业科技, 2004, 31(3): 27- 30
[7] 席　客, 郑建伟, 许建中. 江苏常见的 3种蛀笋夜蛾比较及防治 [J]. 江苏林业科技, 2001, 28(1): 37- 38
[8] 梁光红, 林毓银. 黄甜竹基夜蛾生物学特性及其防治 [J]. 福建农林大学学报, 2003, 32(1): 36- 40
[9] Levins R. Evolution in changing environment [M]. New Jesey: Princeton University Press, 1968
[10] 徐汝梅. 昆虫种群生态学 [M]. 北京: 北京师范大学出版社, 1987
[11] 原国辉, 尹新明, 王高平, 等. 菜田潜叶蝇及其天敌生态位的研究 [J]. 河南农业大学学报, 2002, 34(1): 59- 62
[12] 廖冬晴, 袁夫永, 刘耀成. 荔蝽卵寄生蜂生态位的初步研究 [J]. 广西植保, 1999, 12(1): 1- 3
[13] 周夏芝, 李　磊, 音正兵, 等. 桃一点叶蝉及其天敌类群时空生态位分析 [J]. 安徽农业大学学报, 2003, 30(2): 202- 205
[14] 陈　辉, 唐　明, 叶宏谋, 等. 秦岭华山松大小蠹生态位研究 [J]. 林业科学, 1999, 35(4): 40- 44
[15] 杨龙龙, 吴燕如, 周伟儒. 苹果园中凹唇壁蜂和紫壁蜂的生态位比较研究 [J]. 昆虫学报, 1997, 40(3): 265- 270
[16] 吕仲贤, 杨樟法, 王桂跃, 等. 玉米螟和桃蛀螟在玉米上的生态位及其种间竞争 [J]. 浙江农业学报, 1995, 7(1): 31- 34
[17] 宗世祥, 姚国龙, 骆有庆, 等. 沙棘主要蛀干害虫种群生态位 [J]. 生态学报, 2005, 25(12): 3264- 3270
[18] 师光禄, 席银宝, 王海香, 等. 枣园生态系统中主要害虫、天敌生态位及种间竞争的研究 [J]. 林业科学, 2003, 39(5): 78- 86
[19] 黄保宏, 邹运鼎, 毕守东, 等. 梅园昆虫群落特征、动态及优势种生态位 [J]. 应用生态学报, 2005, 16(2): 307- 312
[20] 王子迎, 吴芳芳, 檀根甲. 生态位理论及其在植物病害研究中的应用前景 [J]. 安徽农业大学学报, 2000, 27(3): 250- 253
[21] Zhou Z S, Chen Z P, Xu Z F. Niches of *Spodoptera litura* (Fabricius) and *Helicoverpa assulta* (Guenee) in tobacco plants [J]. Acta Ecologica Sinica, 2006, 26(10): 3245- 3249
[22] Kjell G, Vijaya N. Niche changes and population strategies for eign competition revisited [J]. Scandinavian journal of management, 1989, 5(1): 49- 61
[23] Chesson P. Mechanisms of maintenance of species diversity [J]. Annual Review of Ecology and Systematics, 2000, 31: 343- 366

© 1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net