

牛背梁自然保护区草本层昆虫多样性

麻应太¹, 李春宁¹, 王海东², 王伟伟², 何彩², 于占成¹, 李孟楼^{2*}

(1. 牛背梁国家级自然保护区, 陕西 西安 710100; 2. 西北农林科技大学 林学院, 陕西 杨陵 712100)

摘 要:对牛背梁自然保护区的秦岭梁、南坡的北沟、北坡的石砭峪进行了昆虫多样性调查。共采集到昆虫标本 3 053 号, 隶属 14 目、98 科、442 种; 优势类群双翅目、鞘翅目、半翅目、同翅目、膜翅目的科数分别占总数的 22.45%、18%、12%、11% 和 11%, 其种类数分别占 27.38%、18.55%、16.74%、13.12% 和 12.9%。物种丰富度指数为秦岭梁(42.284 0) > 北沟(24.464 6) > 北石砭峪(21.229 6), 多样性指数为北沟(4.469 5) > 石砭峪(4.427 7) > 秦岭梁(3.580 3), 其中, 随海拔的升高, 秦岭梁昆虫物种的丰富度指数和多样性指数呈先升高后降低的趋势。

关键词:牛背梁保护区; 草本层; 昆虫多样性

中图分类号: S718.7

文献标志码: A

文章编号: 1001-7461(2013)04-0122-05

Insect Diversity in Herbaceous Layer in Niubeiliang Nature Reserve

MA Ying-tai¹, LI Chun-ning¹, WANG Hai-dong², WANG Wei-wei², HE Cai²,
YU Zhan-cheng¹, LI Meng-lou^{2*}

(1. Niubeiliang National Nature Reserve, Xian, Shaanxi 710100, China;

2. College of Forestry, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: In order to understand the insect diversity in herbaceous layers in Niubeiliang National Nature Reserve, an investigation was carried out in three areas within the reserve: Qinlingliang, Beigou, and Shibianyu. A total of 3 053 specimens were identified, accounting for 442 species, 98 families and 14 orders. The dominant groups were Diptera, Coleoptera, Hemiptera, Homoptera and Hymenoptera, accounting for 22.45%, 18%, 12%, 11% and 11%, respectively of the total number of families, and 27.38%, 18.55%, 16.74%, 13.12% and 12.9%, respectively of the total number of species. The species richness index of the 3 habitats were in the order of Qinlingliang(42.284 0) > Beigou(24.464 6) > Shibianyu(21.229 6), the diversity index were in the order of Beigou(4.4695) > shibianyu(4.427 7) > Qinlingliang(3.580 3). In addition, the species richness index and diversity index of Qinlingliang increased first and then fall with the increase of elevation.

Key words: Niubeiliang Nature Reserve; herbaceous layer; insect diversity

昆虫群落是森林生态系统多样性的有机组成部分, 在维持生态平衡及自然界物质和能量循环等方面发挥着不可低估的作用, 昆虫群落多样性在森林生态系统多样性研究当中具有基础地位。生物多样性具有沿环境梯度的变化规律, 物种多样性的分布格局与气候、地形地貌、群落生产力、地理史、群落演替、海拔

等相关^[1-2]。研究昆虫群落的多样性, 能够进一步了解生态系统的整体结构、评价其稳定性^[3-4]。

牛背梁自然保护区是秦岭东段生物多样性最丰富的地区, 是以国家 I 级保护动物羚牛及其栖息地为主的森林和野生动物自然保护区; 该地区横跨秦岭东段主脊南北山麓, 东西长 28 km、南北宽 15 km,

收稿日期: 2012-07-13 修回日期: 2013-03-20

作者简介: 麻应太, 男, 高级工程师, 研究方向: 自然保护管理。

* 通信作者: 李孟楼, 男, 教授, 博士生导师, 研究方向: 森林害虫防治理论与应用。E-mail: limenglou@126.com

海拔 1 100~2 802 m,气候属暖温带半湿润气候,年均气温 8~10 ℃,年降水量 850~950 mm^[5-6]。保护区的地理环境复杂多样,孕育了丰富的生物资源,并为昆虫繁衍提供了很好的条件^[7]。不少学者已对该地区的动、植物资源进行过研究,但对昆虫群落和多样性的研究甚少,仅对危害较重的害虫如华山松大小蠹进行过调查和研究^[8-9]。因此,特设置不同海拔梯度,对牛背梁自然保护区草本层昆虫的多样性进行了调查和研究。

1 材料与方法

1.1 样区、样点选取

根据牛背梁自然保护区的地形,按林分、生境和海拔高度设置 3 个采样区,即南坡的北沟(1 350~1 700 m)、秦岭梁(1 300~2 750 m)和北坡石砭峪(1 100~1 670 m)。根据海拔、生境与地形,间隔海拔高度 100~200 m,设置 3 块采样地(B1、B2、B3,面积各 500 m²),每块采样地选取样点 4 个(X1、X2、X3、X4)。

1.2 标本采集和鉴定

在每采样点草本层随机用扫网扫捕 200 网,捕捉各采样点草本层的昆虫,每 50 网为一个样本(草本层主要由蒿草、禾本科等 1 年生植物组成)。将每一样本所采集的标本收集于多个报纸三角袋内编号(01、02、03、04、05、……)、保存,带回实验室后进行标本制作、整理及鉴定。报纸三角袋的编号方式为 SI-B1-X1-01,SI:海拔、B1:采样地编号、X1:样点号、01:样点中三角袋标本编号。

1.3 方法

室内对网捕的昆虫进行分类与整理后,统计各生境及海拔的昆虫目、科、物种数 S 及总个体数 N ,然后计算 Shannon-Weiner 多样性指数 H ,均匀度指数 E 、丰富度指数 d_{Mu} 和优势度指数 D 等物种多样性指数^[8,10]。

Shannon-Wiener 多样性指数:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i \tag{1}$$

式中: P_i 为第 i 类群占总类群数的比率, $i = 1, 2, \dots$, S 为类群数。

Margalef 物种丰富度指数

$$d_{Mu} = (S - 1) / \ln N \tag{2}$$

式中: N 为类群的个体数, S 为类群数。

物种均匀度指数:

$$E = H / H_{\max} \tag{3}$$

式中: H 为 Shannon-Winener 多样性指数, H_{\max} 为最大多样性, $H_{\max} = \ln S$ 。

物种优势度指数:

$$D = \left[\sum_{i=1}^S N_i (N_i - 1) \right] / [N(N - 1)] \tag{4}$$

式中, S 为类群数, N 为类群的个体数。

2 结果与分析

2.1 保护区昆虫物种的丰富度

在牛背梁自然保护区 33 个草本层样地,网捕调查采集到昆虫标本 3 053 号,隶属 14 个目、98 个科、442 种(表 1)。其中,以双翅目昆虫的科数和种数最多,约占所采集标本总数的 1/4;其次是鞘翅目、半翅目、同翅目和膜翅目,而螳螂目、脉翅目、竹节虫目、蜉蝣目和襁翅目的科数和种类数最少。

表 1 牛背梁自然保护区 33 个样地草本层(网捕)昆虫调查结果

目	科		种		个体	
	数量	比率/%	数量	比率/%	数量	比率/%
半翅目(Hemiptera)	12	12.24	74	16.74	285	9.34
长翅目(Mecoptera)	5	5.10	5	1.13	12	0.39
鳞翅目(Lepidoptera)	7	7.14	16	3.62	33	1.08
革翅目(Dermaptera)	2	2.04	2	0.45	10	0.33
膜翅目(Hymenoptera)	11	11.22	57	12.90	297	9.73
鞘翅目(Coleoptera)	18	18.37	82	18.55	244	7.99
双翅目(Diptera)	22	22.45	121	27.38	1 783	58.40
同翅目(Homoptera)	11	11.22	58	13.12	289	9.47
直翅目(Orthoptera)	5	5.10	21	4.75	85	2.78
螳螂目(Mantedeia)	1	1.02	1	0.23	2	0.07
脉翅目(Nouroptera)	1	1.02	2	0.45	3	0.10
竹节虫目(Phasmida)	1	1.02	1	0.23	8	0.26
蜉蝣目(Ephemeroptera)	1	1.02	1	0.23	1	0.03
襁翅目(Plecoptera)	1	1.02	1	0.23	1	0.03
合计	98	100.00	442	100.00	3 053	100.00

2.2 不同采样区昆虫类群比较

采样区不同昆虫类群的组成和数量差别较大,同一采样区海拔高度不同昆虫类群的组成亦不同(表 2)。秦岭梁昆虫类群最为丰富,有 11 目、81 科、各种类在海拔 1 300~2 750 m 范围的出现频率达 570 次;南坡北沟有 12 目、58 科,各种类在海拔 1 100~1 670 m 范围的出现频率只有 209 次;北坡石砭峪昆虫类群最少,有 11 目、51 科,各种类在海拔 1 100~1 670 m 范围的出现频率只有 160 次。其中,半翅目、膜翅目、鞘翅目、同翅目、双翅目昆虫属于优势目,革翅目、长翅目、竹节虫目、螳螂目、蜉蝣目、襁翅目为稀少目,蜱科、花蜱科、姬蜂科、蚁科、瓢虫科、象甲科、叶甲科、沫蝉科、叶蝉科、舞虻科、大蚊科、花蝇科和寄蝇科为优势科。而蜉蝣目、襁翅目仅在北石砭峪采到可能与采集方式有关,并不能说明其他地域无该 2 目的昆虫分布数量。

表 2 牛背梁自然保护区 3 个采样区不同海拔高度的 33 个样地草本层(网捕)昆虫调查结果
Table 2 Investigation results of the insects in 33 herbaceous layer sample plots of Niubeiliang Nature Reserve

项目	南坡-北沟					秦岭梁							北坡-石砭峪			
	1 350	1 465	1 500	1 530	1 700	1 300	1 500	1 700	1 930	2 230	2 530	2 750	1 100	1 300	1 510	1 670
目数/个	7	9	10	7	10	8	10	9	9	7	7	7	8	7	8	9
科数/个	23	16	39	17	35	27	44	43	36	34	40	27	25	22	22	22
种数/个	42	21	67	20	59	56	92	94	104	94	79	51	50	37	31	42
个体数/个	99	30	122	38	86	79	184	159	213	212	807	735	82	67	68	68

2.3 海拔与昆虫多样性分析

从牛背梁自然保护区草本层昆虫的丰富度指数、多样性指数和优势度指数看,秦岭梁均高于南坡的北沟和北坡的石砭峪,而秦岭梁的均匀度指数低于后两者(表 3)。在北坡的石砭峪,均匀度指数在不同海拔区域的趋势基本一致,平均为 0.939 7,反映出该生境昆虫种类分布均匀,优势类群不突出。在南坡的北

沟,昆虫物种丰富度指数和多样性指数随海拔升高的变化趋势不明显,但 1 530 m 处丰富度指数和多样性指数最低、而优势度指数最高,优势科瓢虫的数量占该海拔鞘翅目总数的 68.42%,占该海拔区昆虫总数的 34.21%(表 4)。由此看来,昆虫群落多样性在秦岭梁与南坡的北沟和北坡的石砭峪表现差异的原因,可能与不同海拔范围的植被结构有关。

表 3 各采样区、海拔及其昆虫群落的多样性
Table 3 Diversity of insect community in different investigation locations field and elevations

采样点	海拔/m	丰富度指数(d_{Ma})	多样性指数(H')	均匀度指数(E)	优势度指数(D)
南坡-北沟	1 350	8.922 5	3.121 5	0.835 1	0.071 7
	1 465	5.880 3	2.904 2	0.953 9	0.032 2
	1 500	13.923 0	3.976 3	0.942 4	0.015 9
	1 530	5.223 2	2.475 4	0.826 3	0.128 0
	1 700	13.021 0	3.888 0	0.953 5	0.015 6
	平均	9.394 0	3.273 1	0.902 2	0.052 7
秦岭梁	1 300	12.587 4	3.901 1	0.969 1	0.011 0
	1 500	17.449 9	4.162 5	0.920 5	0.018 4
	1 700	18.347 2	4.318 3	0.950 5	0.011 5
	1 930	19.211 8	4.291 0	0.923 9	0.015 1
	2 230	17.548 5	4.084 9	0.897 0	0.025 4
	2 530	11.653 4	2.339 4	0.535 4	0.250 6
	2 700	7.575 9	1.097 2	0.279 1	0.670 1
	平均	14.910 6	3.456 3	0.782 2	0.143 2
北坡-石砭峪	1 100	11.119 4	3.654 1	0.934 1	0.023 2
	1 300	8.561 9	3.345 8	0.926 6	0.033 5
	1 510	7.109 8	3.193 6	0.930 0	0.036 4
	1 670	9.716 8	3.617 9	0.968 0	0.015 8
	平均	9.127 0	3.452 9	0.939 7	0.027 2

在秦岭梁,多样性指数和均匀度指数具有随海拔升高而降低的趋势,但优势度指数则逐渐升高,这种变化趋势的原因在于该林区草本层的植被和昆虫群落的结构相对较稳定。其中优势类群双翅目昆虫有 14 个科、28 个种;其中,蝇类为优势类群,蝇科的数最多达 621 头,占该目总数的 91.32%,占该海拔区总数的 84.50%;这说明秦岭梁昆虫种类和数量较其他 2 地丰富,优势类群突出(图 1,表 4)。半翅目、膜翅目、鞘翅目、双翅目和同翅目的总科数分别占南坡北沟、秦岭梁和北坡石砭峪总科数的 77.96%、80.23%和 75.93%,占总种数的 84.93%、91.19%和 79.34%,占总数量的 88.26%、97.16%和 84.91%,所以该 5 目为牛背梁自然保护区的优

势目(表 4)。

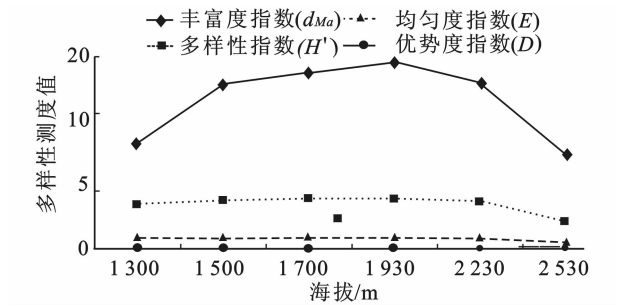


图 1 秦岭梁草本层不同海拔处昆虫群落的多样性测度值
Fig. 1 Measurements of diversity of insect community at different elevations in Qinlingliang

表 4 3 个采样区草本层中 14 个昆虫目中的科、种与数量分布

Table 4 The quantity distribution of family and species of 14 insect orders in 3 investigation loctions

项目	南坡-北沟						秦岭梁						北坡-石砭峪					
	科		种		数量		科		种		数量		科		种		数量	
半翅目	8	(13.56)	23	(15.80)	45	(12.00)	14	(16.28)	54	(16.41)	164	(6.85)	7	(13.00)	23	(19.01)	76	(26.70)
长翅目	1	(1.69)	1	(0.68)	1	(0.27)	4	(4.65)	4	(1.22)	10	(0.42)	1	(1.85)	1	(0.83)	1	(0.35)
鳞翅目	5	(8.47)	7	(4.79)	8	(2.13)	5	(5.81)	9	(2.74)	18	(0.75)	4	(7.41)	6	(4.96)	7	(2.46)
革翅目	1	(1.69)	1	(0.68)	4	(1.07)	1	(1.16)	1	(0.30)	2	(0.08)	2	(3.70)	2	(1.65)	4	(1.40)
膜翅目	6	(10.17)	19	(13.00)	68	(18.13)	10	(11.63)	46	(13.98)	191	(7.98)	5	(9.26)	15	(12.40)	38	(13.30)
鞘翅目	13	(22.03)	30	(20.60)	80	(21.33)	16	(18.6)	52	(15.81)	126	(5.27)	9	(16.70)	17	(14.05)	38	(13.30)
双翅目	14	(23.73)	38	(26.00)	100	(26.67)	21	(24.42)	108	(32.83)	1633	(68.24)	14	(25.9)	24	(19.83)	50	(17.50)
同翅目	5	(8.47)	14	(9.59)	38	(10.13)	8	(9.30)	40	(12.16)	211	(8.82)	6	(11.10)	17	(14.05)	40	(14.00)
直翅目	3	(5.08)	10	(6.85)	21	(5.60)	5	(5.81)	12	(3.65)	35	(1.46)	4	(7.41)	14	(11.57)	29	(10.20)
螳螂目	1	(1.69)	1	(0.68)	1	(0.27)	1	(1.16)	1	(0.30)	1	(0.04)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
脉翅目	1	(1.69)	1	(0.68)	1	(0.27)	1	(1.16)	2	(0.61)	2	(0.08)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
竹节虫目	1	(1.69)	1	(0.68)	8	(2.13)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)
蜉蝣目	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(1.85)	1	(0.83)	1	(0.35)
襀翅目	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	0	(0.00)	1	(1.85)	1	(0.83)	1	(0.35)

注：* 括号内数字为所占百分率(%)。

3 结论与讨论

牛背梁自然保护区内有兽类 6 目 23 科 60 种，鸟类 13 目 36 科 124 种，两栖动物 2 目 5 科 7 属 7 种，爬行类 1 目 6 科 16 属 20 种^[8-9,11]；本次调查采集到昆虫 14 目 98 科 442 种，进一步丰富了该区物种的组成与结构。

多样性指数是反映生物群落组织水平的指标，也能够一定程度上反映不同地理、自然环境条件下群落的发展情况^[12]。南坡北沟、秦岭梁和北坡石砭峪 3 个生境相比较，秦岭梁昆虫群落多样性指数和丰富度指数>石砭峪>北沟，这表明秦岭梁的昆虫群落组成相对稳定，其原因在于森林群落受人为活动影响相对较小、生态环境更贴近自然状态，而北沟则因公路贯穿、生境受人为影响大，该地的昆虫种类虽较丰富，但结构的稳定性相对较低。研究证实，在受人为活动干扰的生境中，小至土壤微生物的组成特征，大至昆虫的多样性均受到不同程度的影响^[13-15]；尤其是自然环境因人类生产、生活等而导致生境碎化后，昆虫群落多样性所受到的影响最为严重^[16]；这就不难理解北沟、秦岭梁和石砭峪 3 个生境中昆虫群落多样性表现差异的原因。此外，秦岭梁的草本层多无林冠覆盖、或仅部分处于针叶及桦木林下，南坡的北沟和北坡石砭峪的草本层多为郁闭度不同的阔叶和少数针叶林冠所覆盖，而海拔不同草本层植物种类也不同，这也许是这 3 地昆虫群落多样性指数呈显差异的又一个原因。

此外，半翅目、膜翅目、鞘翅目、双翅目和同翅目为牛背梁自然保护区的优势目，蝽科、花蝽科、姬蜂科、蚁科、瓢虫科、象甲科、叶甲科、沫蝉科、叶蝉科、舞虻科、大蚊科、花蝇科和寄蝇科为优势科。除天敌

昆虫和中型昆虫外，在这些优势目、科当中植食性昆虫居多，部分害虫如松褐天牛(*Monochamus alternatus*)，华山松大小蠹(*Dendroctonus armandi*)，六齿小蠹(*Ips acuminatus*)，十二齿小蠹(*Ips sexdentatus*)，芳香木蠹蛾东方亚种(*Cossus cossus orientalis*)，中华松针蚧(*Matsucoccus sinensis*)对保护区林木的安全威胁较大，应对这些的害虫加强检测和防治。

参考文献：

[1] 李孟楼,刘朝斌.秦岭南坡火地塘林区落叶松人工林的昆虫群落及其结构[J].西北林学院学报,1995,10(1):68-73.
LI M L,LIU C B. Insect community and strueture in larch forest on south slope of Qinling Mountain[J]. Journal of Northwest Forestry University,1995,10(1):68-73. (in Chinese)

[2] 李孟楼,王鸿哲,张学武.生物多样性与林分抗虫性的评判[J].西北农林科技大学学报:自然科学版,2004,32(3):65-68.
LI M L,WANG H Z,ZHANG X W. The judgment of resistance forestry for pest by biodiversity index[J]. Jour. of Northwest Sci-Tech Univ. of Agri. and For. :Nat. Sci. Ed. ,2004,32(3):65-68. (in Chinese)

[3] BRIEN O,FIED E M R,WHITTAKER R J. Climatic gradients in woody plant (tree and shrub)diversity:water-energy dynamics, residual variation and topography[J]. Oikos,2000,89:588-600.

[4] ODLAND A,BIRKS H J B. The altitudinal gradient of vascular plant richness in Aurland,western Norway[J]. Ecography, 1999,22:548-566.

[5] 李春宁,麻应太.牛背梁自然保护区资源保护现状与对策[J].陕西林业科技,2006(3):97-99.
LI C N,MA Y T. Current status of the resources conservation in Niubeiliang National Natural Reserve and the corresponding measures[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2006(3):97-99. (in Chinese)

[6] 于艳萍,王西峰,麻应太.牛背梁自然保护区及周边地区森林旅

游活动反思[J]. 杨凌职业技术学院学报, 2010, 9(4): 16-18.

YU Y P, WANG X F, MA Y T. Introspection on the forest tourism development around Niubeiliang Nature Reserve[J]. Journal of Yangling Vocational & Technical College, 2010, 9(4): 16-18. (in Chinese)

[7] 葛炜, 张奇奇, 麻应太, 等. 影响牛背梁自然保护区生态环境的主要因素及保护对策[J]. 陕西林业科技, 2010(6): 78-81, 100.

GE W, ZHANG Q Q, MA Y T, *et al.* Main factors influencing ecological environment of Niubeiliang Nature Reserve and protection measures concerned[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2010(6): 78-81, 100. (in Chinese)

[8] 曾治高, 宋延龄, 麻应太, 等. 牛背梁自然保护区食肉目和偶蹄目动物的区系特征与生态分布[J]. 生态学报, 2005, 25(9): 2248-2255.

ZENG Z G, SONG Y L, MA Y T, *et al.* Fauna characteristics and ecological distribution of Carnivora and Artiodactyla in Niubeiliang Nature Reserve[J]. Acta Ecologica Sinica, 2005, 25(9): 2248-2255. (in Chinese)

[9] 唐志尧, 柯金虎. 秦岭牛背梁植物物种多样性垂直分布格局[J]. 生物多样性, 2004, 12(1): 108-114.

TANG Z Y, KE J H. Altitudinal patterns of plant species diversity in Mt. Niubeiliang, Qinling Mountains[J]. Biodiversity Science, 2004, 12(1): 108-114. (in Chinese)

[10] 郭新荣, 李孟楼, 庄世宏. 秦岭火地塘林区半翅目昆虫多样性研究[J]. 西北林学院学报, 2000, 15(3): 71-75.

GUO X R, LI M L, ZHUANG S H. A study on the diversity of Hemiptera insect in Huoditang Forest Farm[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2000, 15(3): 71-75. (in Chinese)

[11] 李春宁, 郭军乐, 麻应太. 牛背梁自然保护区生物多样性现状及保护对策[J]. 陕西林业科技, 2007(2): 86-88.

LI C N, GUO J L, MA Y T. Status of biodiversity and protective measures concerned in Niubeiliang Natural Reserve[J]. Shaanxi Forest Science and Technology, 2007(2): 86-88. (in Chinese)

[12] 张贵珍. 福建茫荡山自然保护区昆虫多样性的初步研究[J]. 山东林业科技, 2008(5): 19-21.

ZHANG G Z. A preliminary study on insect biodiversity in Fujian Mangdangshan Natural Reserve[J]. Shandong Forestry Science and Technology, 2008(5): 19-21. (in Chinese)

[13] 崔芳芳, 刘增文, 付刚, 等. 秦岭山区几种典型森林的土壤微生物特征及其对人为干扰的响应[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(2): 129-134.

CUI F F, LIU Z W, FU G, *et al.* Characteristics of several typical forest soil microorganism and their reactions artificial disturbance on Qinling Mountains[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(2): 129-134. (in Chinese)

[14] 李志刚, 张碧胜, 翟欣, 等. 广州不同生境类型区域昆虫多样性[J]. 生态学杂志, 2010, 29(2): 357-362.

LI Z G, ZHANG B S, ZHAI X, *et al.* Insect diversity in different habitats in Guangzhou of China[J]. Chinese Journal of Ecology, 2010, 29(2): 357-362. (in Chinese)

[15] 王怀采, 钟永德, 罗芬. 旅游开发对昆虫多样性的影响-以岳麓山为例[J]. 中国农学通报, 2011, 27(10): 58-62.

WANG H C, ZHONG Y D, LUO F. Effect of tourism development on insect diversity in Yuelu Mountain[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2011, 27(10): 58-62. (in Chinese)

[16] 刘美佳, 蔡平. 生境破碎化对昆虫多样性的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(26): 16017-16019

LIU M J, CAI P. Effects of habitat fragmentation on the insect diversity[J]. Journal of Anhui Agri. Sci., 2011, 39(26): 16017-16019. (in Chinese)

(上接第 105 页)

[2] 段晓明, 顾文毅, 盛海彦. 不同基质对唐古特莪扦插容器育苗的影响[J]. 西北林学院学报, 2009, 24(6): 62-64.

DUAN X M, GU W Y, SHENG H Y. Effect of container-grown seedlings of different media for *Caryopteris tangutica* cutting[J]. Journal of Northwest Forestry University, 2009, 24(6): 62-64. (in Chinese)

[3] 张玉臣, 周再知, 梁坤南, 等. 不同植物生长调节剂对白木香扦插生根的影响[J]. 林业科学研究, 2010, 23(2): 278-282.

ZHANG Y C, ZHOU Z H, LIANG K N, *et al.* Effect of different plant growth regulators on the rooting of *Aquilaria sinensis* cuttings[J]. Forest Research, 2010, 23(2): 278-282.

[4] 朱林海, 何丙辉. 重庆地区马尾松嫩枝扦插技术研究[J]. 西南大学学报, 2010, 32(2): 33-37.

ZHU L H, HE B H. Greenwood cuttage technique of *Pinus massoniana* in Chongqing, China[J]. Journal of Southwest University, 2010, 32(2): 33-37. (in Chinese)

[5] 刘海青. 不同扦插处理对新疆杨插穗的影响[J]. 安徽农学通报, 2007, 13(4): 188.

[6] 施雪良. 葡萄不同基质扦插育苗试验[J]. 北方果树, 2006, (6): 56-57.

[7] 王久兴, 刘华丽, 张慎好, 等. 甘蓝腋芽扦插育苗研究[J]. 种子, 2003(2): 31-33.

WANG J X, LIU H L, ZHANG S H, *et al.* Study on axil bud cutting of Cabbage[J]. Seed, 2003(2): 31-33.

[8] 孟强. 长俊木瓜无菌苗生根及叶片体细胞胚胎发生的研究[D]. 杨陵: 西北农林科技大学, 2006.