

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第31卷 第14期 Vol.31 No.14 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14期 2011年7月 (半月刊)

目 次

厦门市三个产业土地利用变化的敏感性.....	黄 静,崔胜辉,李方一,等 (3863)
黄河源区沙漠化及其景观格局的变化.....	胡光印,董治宝,逯军峰,等 (3872)
岩溶山区景观多样性变化的生态学意义对比——以贵州四个典型地区为例.....	罗光杰,李阳兵,王世杰,等 (3882)
基于城市地表参数变化的城市热岛效应分析	徐涵秋 (3890)
北京市土地利用生态分类方法.....	唐秀美,陈百明,路庆斌,等 (3902)
长白山红松臭冷杉光谱反射随海拔的变化.....	范秀华,刘伟国,卢文敏,等 (3910)
臭冷杉生物量分配格局及异速生长模型.....	汪金松,张春雨,范秀华,等 (3918)
渔山岛岩礁基质潮间带大型底栖动物优势种生态位.....	焦海峰,施慧雄,尤仲杰,等 (3928)
食物质量差异对树麻雀能量预算和消化道形态特征的影响.....	杨志宏,邵淑丽 (3937)
桂西北典型喀斯特区生态服务价值的环境响应及其空间尺度特征.....	张明阳,王克林,刘会玉,等 (3947)
隔沟交替灌溉条件下玉米根系形态性状及结构分布.....	李彩霞,孙景生,周新国,等 (3956)
不同抗病性茄子根系分泌物对黄萎菌的化感作用.....	周宝利,陈志霞,杜 亮,等 (3964)
铜在草-菇-土系统中的循环与生物富集效应	翁伯琦,姜照伟,王义祥,等 (3973)
鄱阳湖流域泥沙流失及吸附态氮磷输出负荷评估	余进祥,郑博福,刘娅菲,等 (3980)
柠条细根的分布和动态及其与土壤资源有效性的关系.....	史建伟,王孟本,陈建文,等 (3990)
土壤盐渍化对尿素与磷酸脲氨挥发的影响.....	梁 飞,田长彦 (3999)
象山港海域细菌的分布特征及其环境影响因素.....	杨季芳,王海丽,陈福生,等 (4007)
近地层臭氧对小麦抗氧化酶活性变化动态的影响.....	吴芳芳,郑有飞,吴荣军,等 (4019)
抑制剂和安全剂对高羊茅根中酶活性和菲代谢的影响.....	龚帅帅,韩 进,高彦征,等 (4027)
南苜蓿高效共生根瘤菌土壤的筛选.....	刘晓云,郭振国,李乔仙,等 (4034)
汉江上游金水河流域土壤常量元素迁移模式.....	何文鸣,周 杰,张昌盛,等 (4042)
基于地理和气象要素的春玉米生育期栅格化方法	刘 勤,严昌荣,梅旭荣,等 (4056)
日光温室切花郁金香花期与外观品质预测模型	李 刚,陈亚茹,戴剑锋,等 (4062)
冀西北坝上半干旱区南瓜油葵间作的水分效应.....	黄 伟,张俊花,李文红,等 (4072)
专论与综述	
鸟类分子系统地理学研究进展	董 路,张雁云 (4082)
自然保护区空间特征和地块最优化选择方法	王宜成 (4094)
人类活动是导致生物均质化的主要因素.....	陈国奇,强 胜 (4107)
冬虫夏草发生的影响因子.....	张吉忍,余俊锋,吴光国,等 (4117)
自然湿地土壤产甲烷菌和甲烷氧化菌多样性的分子检测.....	余晨兴,全 川 (4126)
研究简报	
塔里木河上游典型绿洲不同连作年限棉田土壤质量评价	贡 璐,张海峰,吕光辉,等 (4136)
高山森林凋落物分解过程中的微生物生物量动态.....	周晓庆,吴福忠,杨万勤,等 (4144)
生物结皮粗糙特征——以古尔班通古特沙漠为例.....	王雪芹,张元明,张伟民,等 (4153)
不同海拔茶园害虫、天敌种群及其群落结构差异	柯胜兵,党凤花,毕守东,等 (4161)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 306 * zh * P * ¥ 70.00 * 1510 * 33 * 2011-07



封面图说:内地多呈灌木状的沙棘,在青藏高原就表现为高大的乔木,在拉萨河以及雅鲁藏布江沿岸常常可以看到高大的沙棘林和沼泽塔头湿地相映成趣的美丽景观。

彩图提供:陈建伟教授 国家林业局 E-mail: cites.chenjw@163.com

柯胜兵,党凤花,毕守东,邹运鼎,禹坤,赵学娟,徐劲峰.不同海拔茶园害虫、天敌种群及其群落结构差异.生态学报,2011,31(14):4161-4168.
Ke S B, Dang F H, Bi S D, Zou Y D, Yu K, Zhao X J, Xu J F. Differences among population quantities and community structures of pests and their natural enemies in tea gardens of different altitudes. Acta Ecologica Sinica, 2011, 31(14):4161-4168.

不同海拔茶园害虫、天敌种群及其群落结构差异

柯胜兵¹,党凤花¹,毕守东^{1,*},邹运鼎¹,禹坤¹,赵学娟¹,徐劲峰²

(1.安徽农业大学林学与园林学院,安徽 合肥 230036;2.安庆市潜山县植保植检站,安徽 潜山 246300)

摘要:为了明确不同海拔茶园之间害虫、天敌种群及其群落结构的差异,为茶园害虫综合防治提供科学依据,采用平行跳跃抽样调查方法分别对海拔698.6、270m和46m的高、中、低海拔茶园进行调查,并进行方差分析,进而用新复极差法进行多重比较,结果表明,以样方为单位3种海拔中差异极显著的害虫是假眼小绿叶蝉、柑桔粉虱、茶短须螨、茶黄蓟马、琥珀广翅蜡蝉和绿螽蜥;差异极显著的天敌是八点球腹蛛、锥腹肖蛸、日本球腹蛛和茶色新圆蛛。数量居于3种海拔第一位的物种:高海拔茶园主要害虫为假眼小绿叶蝉、柑桔粉虱、茶短须螨和绿螽蜥,天敌为锥腹肖蛸和八点球腹蛛;中海拔茶园害虫为茶黄蓟马和红蜡蚧,天敌为粽管巢蛛;低海拔茶园天敌为茶色新圆蛛和日本球腹蛛。高海拔的主要害虫还有茶黄蓟马和琥珀广翅蜡蝉,主要天敌还有草间小黑蛛、茶色新圆蛛和日本球腹蛛;中海拔的主要害虫还有假眼小绿叶蝉和茶短须螨,主要天敌还有八点球腹蛛、草间小黑蛛、锥腹肖蛸、拟环纹狼蛛、三突花蟹蛛;低海拔的主要害虫有假眼小绿叶蝉、茶黄蓟马、柑桔粉虱和红蜡蚧,主要天敌还有八点球腹蛛、锥腹肖蛸、草间小黑蛛、粽管巢蛛和异色瓢虫。3种海拔茶园之间节肢动物群落多样性指数、个体数和均匀度差异均极显著,物种数差异不显著,3种海拔茶园之间植食性昆虫亚群落的多样性和物种数差异均不显著,个体数和均匀度差异均极显著。3种海拔茶园之间天敌亚群落的多样性指数、物种数和个体数差异均极显著。总群落多样性指数和群落相对稳定性值均是低海拔茶园最大。

关键词:不同海拔;害虫;天敌;差异分析

Differences among population quantities and community structures of pests and their natural enemies in tea gardens of different altitudes

KE Shengbing¹, DANG Fenghua¹, BI Shoudong^{1,*}, ZOU Yunding¹, YU Kun¹, ZHAO Xuejuan¹, XU Jinfeng²

1 College of Forestry and Gardening, Anhui Agricultural University, Hefei 230036, China

2 Plant Protection Station of Qianshan, Anqing 246300, China

Abstract: In order to understand the differences among population quantities and community structure of pests and their natural enemies in tea gardens of different altitudes, and to provide a scientific basis for integrated pest management (IPM) in tea gardens, in the present work, systematical investigations were conducted at three tea gardens of different altitude heights (i.e. 698.6 m (high), 270 m (medium) and 46 m (low)) by using the survey method of parallel jumping sampling. Analysis of variance showed that pests of significant differences among the three tea gardens of different altitude heights were *Empoasca vitis* (Gothe), *Dialeurodes citri* (Ashmead), *Brevipalpus theae* (Ma et Yuan), *Scirtothrips dorsalis* (Hood), *Ricania cacaonic* (Chou et Lu) and *Holochlora nawae* (Matsumura et Shiraki), and their F values were 39.97, 21.09, 8.29, 21.10, 6.24 and 46.27, respectively; whilst enemies of significant differences among the three tea gardens of different altitude heights were *Theridion octomaculatum* (Boes. et Str.), *Tetragnatha maxillosa* (Thorell), *Enoplognatha japonica* (Boes. et Str.), *Neoscona theisi* (Walckenaer), and their F values were 7.49, 8.00, 18.61 and

基金项目:国家自然科学基金项目(30871444);安徽省教育厅重点项目(KJ2008A139);安徽省自然科学基金资助项目(11040606M71);国家973计划(2010CB126206)

收稿日期:2010-05-13; 修订日期:2010-09-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: bishoudong @ 163. com

17.36, respectively. The statistical analyses further showed that the first main pests were *Empoasca vitis* (Gothe), *Dialeurodes citri* (Ashmead), *Brevipalpus theae* (Ma et Yuan) and *Holochlora nawae* (Matsumura et Shiraki) in high-altitude tea garden; and *Scirtothrips dorsalis* (Hood) and *Ceroplastes rubens* (Maskell) in mid-altitude tea garden. Whilst the first natural enemies were *Tetragnatha maxillosa* (Thorell) and *Theridion octomaculatum* (Boes. et Str.) in high-altitude tea garden; and *Clubiona japonicola* (Boes. et Str.) in mid-altitude tea garden; as well as *Neoscona theisi* (Walckenaer) and *Enoplognatha japonica* (Boes. et Str.) in low-altitude tea garden. Furthermore, the results demonstrated that the main pests also have *Scirtothrips dorsalis* (Hood) and *Ricania cacaonic* (Chou et Lu) in high-altitude tea garden; and *Empoasca vitis* (Gothe) and *Brevipalpus theae* (Ma et Yuan) in mid-altitude tea garden; as well as *Empoasca vitis* (Gothe), *Scirtothrips dorsalis* (Hood), *Dialeurodes citri* (Ashmead) and *Ceroplastes rubens* (Maskell) in low-altitude tea garden. Whilst the main natural enemies also have *Erigonidium graminicolum* (Sundevall), *Neoscona theisi* (Walckenaer) and *Enoplognatha japonica* (Boes. et Str.) in high-altitude tea garden; and *Theridion octomaculatum* (Boes. et Str.), *Erigonidium graminicolum* (Sundevall), *Tetragnatha maxillosa* (Thorell), *Lycosa pseudoannulata* (Boes. et Str.) and *Misumenops tricuspidatus* (Fabr.) in mid-altitude tea garden; as well as *Theridion octomaculatum* (Boes. et Str.), *Tetragnatha maxillosa* (Thorell), *Erigonidium graminicolum* (Sundevall), *Clubiona japonicola* (Boes. et Str.) and *Lei axyridis* (Pallas) in low-altitude tea garden.

Specially, the results of F-testing showed that there were highly significant differences in community diversity index ($F=17.57$), individual numbers ($F=5.27$) and evenness of arthropod community ($F=23.46$) among the three tea gardens of different altitudes (all $F>F_{0.01}=4.79$). However, no statistically significant differences existed in numbers of species among the three tea gardens of different altitudes ($F=2.32 < F_{0.05}=3.07$). The result indicated that the community diversity index in low-altitude tea garden was greater than that in high and medium-altitude tea garden. Furthermore, community diversity index and species numbers of phytophagous sub-communities in the three tea gardens of different altitudes also were further surveyed. The statistical results indicated that the F values for community diversity index and species numbers were, respectively, 1.70 and 1.74, indicating that no statistically significant differences existed in them (all F values $< F_{0.05}=3.07$). In contrast, there were highly significant differences in individual numbers ($F=11.55$) and evenness ($F=7.87$) among the three tea gardens of different altitudes (all F values $> F_{0.01}=4.79$). Whilst statistically significant differences in community diversity index ($F=5.13$), species numbers ($F=6.76$) and individual numbers ($F=8.78$) of predacious sub-communities also existed in the three tea gardens of different altitudes (all F values $> F_{0.01}=4.79$). The above three indexes in low-altitude tea garden was greater than those in high and medium-altitude tea garden. In addition, no statistically significant differences existed in evenness among the three tea gardens of different altitudes ($F=1.06 < F_{0.05}=3.07$). These above results indicated that the total community diversity index and the relative stability values of communities in low-altitude tea garden were greatest in the three tea gardens of different altitudes.

Key Words: different altitudes; pests; natural enemies; variation analysis

茶树害虫是影响茶叶产量和品质的主要因子之一,茶树的抗虫性和害虫天敌是影响害虫种群消长的重要生态因子,茶树-害虫-天敌之间是在长期协同进化过程中形成的一种互相制约互相依存的关系。有关茶树害虫和天敌方面研究有大量报道,我国茶树害虫有800余种,天敌有1100多种,其中捕食性天敌昆虫涉及10目45科300余种,寄生蜂200余种,寄生蝇30余种,蜘蛛类天敌有290种^[1-2]。主要害虫假眼小绿叶蝉 *Empoasca vitis* Gothe 发生规律及其与天敌的关系有大量报道^[3-6],生态环境对昆虫种群数量和群落多样性有显著影响,安徽绩溪县海拔100m的样方内枇杷树上有中蜂 *Apis cerana ceraca* 679只,意大利蜂 *Apis mellifera ligustica* 87只,海拔500m分别为216只和11只,差异显著^[7]。湖南壶瓶山自然保护区多样性指数随海拔上升而升高,海拔900—1500m最高,1800m略有下降^[8]。南岳衡山5月份海拔900—1200m多样性最高,海拔

600—900m 次之,海拔 360—600m 最低^[9]。云南横断山区各山系的不同海拔对蚤类多样性的影响非常明显^[10]。生态环境对茶树害虫及其天敌的发生规律有重要影响,有关决定生态环境的海拔高度对茶园害虫、天敌种群及其群落结构的影响未见报道,为了了解不同海拔对茶园害虫、天敌种群及其群落结构影响,特开展了本项研究。

1 材料与方法

1.1 调查地点

用型号为 GPSmap76 的手持 GPS 测量供试茶园的海拔高度和经纬度。

高海拔茶园 安徽省潜山县槎水镇后冲村杨松青茶场(30°52'N, 116°31'E),高山茶园面积 313.3 hm²,海拔 698.6m。茶园间作杜仲和马尾松,茶树品种为 8 年生黄山大叶茶,行距 2.4m。

中海拔茶园 安徽省潜山县彭河乡幸福生态茶场(30°57'N, 116°31'E),面积 666.67 hm²,海拔 270m,茶园间作板栗,茶树品种为 8 年生天柱山群体种,行距 2.2m。

低海拔茶园 安徽省潜山县园艺茶场(30°41'N, 116°34'E),小平原,面积 25.3 hm²,海拔 46m。为单作茶园,茶树品种为 8 年生天柱山群体种,行距 1.7m。

1.2 调查方法

3 种类型茶园均采用平行跳跃法,随机取 5 行,每行间隔 2m 取一个 1m 长的样方,每行取 6 个样方,共取 30 个样方,每样方先目测害虫、天敌种类和个体数,后再抽取 10 个叶片,然后再用洗衣粉水液粘虫进行盆拍调查害虫及其天敌物种数和个体数。

1.3 调查时间

调查时间为茶园多种害虫高发期的 2009 年 7 月 13—14 日。

1.4 数据处理

用 Shannon-wiener 多样性指数 H' 公式分析群落多样性动态, $H' = -\sum P_i \ln P_i$, 用 Pielou 的均匀度 J 指数公式分析群落的均匀度, $J = H'/\ln N$, 式中 P_i 为第 i 物种个体数占总个体数的比例, N 为总个体数^[11]; 对调查数据用 DPS 软件在电脑上进行方差分析并用新复极差法进行多重比较等。

2 结果与分析

2.1 不同海拔茶园害虫种群数量的差异

将不同海拔茶园主要植食性昆虫种群数量及其方差分析结果列于表 1,可以看出,高海拔茶园其主要的植食性昆虫前 3 位的是假眼小绿叶蝉、柑橘粉虱 *Dialeurodes citri* Ashmead、和绿螽蟟 *Holochora nawae* Mats. et Shiraki,其次是茶短须螨 *Brevipalpus theae* Ma et Yuan、茶黄蓟马 *Scirtothrips dorsalis* Hood、琥珀广翅蜡蝉 *Ricania cacaonic* Chou et Lu 等;中海拔茶园主要植食性昆虫前 3 位的是茶黄蓟马、假眼小绿叶蝉和红蜡蚧 *Ceroplastes rubens* Maskell,其次是茶短须螨、柑橘粉虱、茶尺蠖 *Ectropis obliqua* Warren 等;低海拔茶园主要植食性昆虫前 3 位的是茶黄蓟马、假眼小绿叶蝉和柑橘粉虱,其次为茶尺蠖、红蜡蚧等。对高、中、低海拔茶园 30 个样方中主要害虫种群数量之间的差异进行方差分析,并用新复极差法进行多重比较, $N_1 = 2$, $N_2 = 87$ 时, $F_{0.05} = 3.07$, $F_{0.01} = 4.79$, 小绿叶蝉在 3 种海拔茶园之间 F 值为 39.9660, $F > F_{0.01}$, 差异极显著,其中高海拔茶园与中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为 0.0001 和 0.0001),中、低海拔茶园之间差异显著($P = 0.0315$),高海拔茶园小绿叶蝉数量最多;茶黄蓟马在 3 种海拔茶园之间差异极显著($F = 21.0990$, $F > F_{0.01}$),其中高海拔茶园与中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为 0.0001 和 0.0001),中、低海拔茶园之间差异不显著($P = 0.3043$),中海拔茶园茶黄蓟马数量最多;红蜡蚧在 3 种海拔茶园之间差异极显著($F = 7.0100$, $F > F_{0.01}$),中海拔茶园与高、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为 0.0033 和 0.0009),高、低海拔茶园之间差异不显著($P = 0.6807$),中海拔茶园红蜡蚧数量最多;柑橘粉虱在 3 种海拔茶园之间差异极显著($F = 10.0800$, $F > F_{0.01}$),其中,高海拔茶园与中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为 0.0005 和 0.0001),中、低海拔茶园之间差异不显著($P = 0.5978$),高海拔茶园柑橘粉虱数量最多;茶短须螨在 3 种海拔茶园之间种群数量差异极显著($F = 8.2870$, $F > F_{0.01}$),低

海拔茶园与高、中海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0002和0.0026),高、中海拔茶园之间差异不显著($P=0.4596$),高海拔茶园茶短须螨数量最多;绿螽蜥在3种海拔茶园之间差异极显著($F=46.2670, F>F_{0.01}$),其中,高海拔茶园与中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0001和0.0001),中、低海拔茶园之间差异不显著($P=0.9999$),高海拔茶园绿螽蜥数量最多;琥珀广翅蜡蝉在3种海拔茶园之间差异极显著($F=6.2400, F>F_{0.01}$),其中,高海拔茶园与中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0111和0.0011),中、低海拔茶园之间差异不显著($P=0.4384$),高海拔茶园琥珀广翅蜡蝉数量最多;其它害虫在3种海拔茶园之间差异不显著。

表1 不同海拔茶园植食性昆虫种群总数量/头

Table 1 Population quantities of phytophagous insects in tea gardens of different altitudes

物种 Species	高海拔茶园	中海拔茶园	低海拔茶园	F
	High-altitude tea garden	Mid-altitude tea garden	Low-altitude tea garden	
茶尺蠖 <i>Ectropis obliqua</i> Warren	6	11	17	1.3930
红蜡蚧 <i>Ceroplastes rubens</i> Maskell	1	109	14	7.0100 **
假眼小绿叶蝉 <i>Empoasca vitis</i> Gothe	553	236	128	39.966 **
琥珀广翅蜡蝉 <i>Ricania cacaonic</i> Chou et Lu	15	5	2	6.2400 **
茶黄蓟马 <i>Scirtothrips dorsalis</i> Hood	23	352	296	21.0990 **
茶短须螨 <i>Brevipalpus theae</i> Ma et Yuan	35	29	4	8.2870 **
柑橘粉虱 <i>Dialeurodes citri</i> Ashmead	245	19	48	10.0800 **
绿螽蜥 <i>Holochora nawae</i> Mats. et Shiraki	51	1	1	46.2670 **

$N_1=2, N_2=87, F_{0.05}=3.07, F_{0.01}=4.79$

2.2 不同海拔茶园天敌种群数量的差异

将不同海拔茶园主要天敌种群数量及其数量多的不同海拔之间的方差分析结果列于表2,可以看出,在高海拔茶园主要天敌为锥腹肖蛸 *Tetragnatha maxillosa* Thorell、八点球腹蛛 *Theridion octomaculatum* Boes. et Str. 和草间小黑蛛 *Erigonidium graminicolum* Sundevall,其次为茶色新圆蛛 *Neoscona theisi* Walckenaer、日本蠼螋 *Labidura japonica* De hocan、异色瓢虫 *Lei axyridis* Pallas 等;在中海拔茶园中主要天敌排前3位的为粽管巢蛛 *Clubiona japonicola* Boes. et Str.、草间小黑蛛和八点球腹蛛,其次为锥腹肖蛸、三突花蟹蛛 *Misumenops tricuspidatus* Fabr. 等;低海拔茶园其主要天敌种群数量排前3位的为八点球腹蛛、茶色新圆蛛和锥腹肖蛸,其次为日本球腹蛛、草间小黑蛛、粽管巢蛛等。对3种海拔茶园主要天敌种群数量之间差异进行方差分析,并用新复极差法进行多重比较, $N_1=2, N_2=87, F_{0.05}=3.07, F_{0.01}=4.79$ 。锥腹肖蛸在3种海拔茶园之间差异极显著($F=8.0030, F>F_{0.01}$),其中,中海拔茶园与高、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0002和0.0159),高、低海拔茶园之间差异不显著($P=0.1365$),高海拔茶园锥腹肖蛸数量最多;日本球腹蛛在3种海拔茶园之间差异极显著($F=18.6110, F>F_{0.01}$),其中,低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0001和0.0001),中、高海拔茶园之间差异不显著($P=0.8150$),低海拔茶园日本球腹蛛数量最多;茶色新圆蛛在3种海拔茶园之间差异极显著($F=17.3590, F>F_{0.01}$),其中,低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0001和0.0001),高、中海拔茶园之间差异不显著($P=0.4865$),低海拔茶园茶色新圆蛛数量最多;粽管巢蛛在3种海拔茶园之间差异极显著($F=18.6110, F>F_{0.01}$),其中,低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0001和0.0001),中、高海拔茶园之间差异不显著($P=0.8150$),中海拔茶园粽管巢蛛数量最多;八点球腹蛛在3种海拔茶园之间差异极显著($F=7.49, F>F_{0.01}$),其中,中海拔茶园与高海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0002),与低海拔茶园之间差异显著($P=0.0428$),高、低海拔茶园差异不显著($P=0.0731$),低海拔茶园八点球腹蛛数量多;其它天敌3种海拔茶园之间差异不显著。

2.3 不同海拔茶园节肢动物物种数及个体数变化

将不同海拔茶园30个样方的节肢动物群落结构指数列于表3,以样方为单位,对30个样方中的植食性昆虫亚群落、捕食性天敌亚群落和总群落的物种数和个体数之间差异进行方差分析,并进行多重比较。3种海拔茶园节肢动物物种数之间的 F 值为2.3220, $F<F_{0.05}(3.07)$,差异不显著;3种海拔茶园节肢动物群落的

个体数之间的 F 值为 $5.2680, F > F_{0.01}(4.79)$, 差异极显著, 其中, 低海拔茶园与高海拔茶园节肢动物个体数之间差异极显著 ($P=0.0017$), 中海拔茶园与高、低海拔茶园之间差异不显著 (P 值为 0.1118 和 0.1047), 高海拔茶园的节肢动物个体数量多。

表 2 不同海拔茶园害虫天敌种群总数量/头

Table 2 Population quantities of natural enemies in tea gardens of different altitudes

物种 Species	高海拔茶园 High-altitude tea garden	中海拔茶园 Mid-altitude tea garden	低海拔茶园 Low-altitude tea garden	F
日本蠼螋 <i>Labidura japonica</i> De hocan	7	0	0	6.4300
草间小黑蛛 <i>Erigonidium graminicolum</i> Sundevall	10	15	16	0.4860
八点球腹蛛 <i>Theridion octomaculatum</i> Boes. et Str.	11	15	76	7.49 **
锥腹肖蛸蛛 <i>Tetragnatha maxillosa</i> Thorell	44	15	33	8.0030 **
拟环纹狼蛛 <i>Lycosa pseudoannulata</i> Boes. et Str.	3	8	2	1.6260
日本球腹蛛 <i>Enoplognatha japonica</i> Boes. et Str.	1	0	23	18.6110 **
茶色新圆蛛 <i>Neoscona theisi</i> Walckenaer	8	4	35	17.3590 **
三突花蟹蛛 <i>Misumenops tricuspidatus</i> Fabr.	3	8	8	1.1830
棕管巢蛛 <i>Clubiona japonica</i> Boes. et Str.	1	33	16	18.6110 **
斑刀螳螂 <i>Statilia maculata</i> Thunberg	5	2	7	1.3710
异色瓢虫 <i>Lei axyridis</i> Pallas	6	8	12	0.9060
红点唇瓢虫 <i>Chilocorus kuwanae</i> Silvestri	0	0	8	7.8640

表 3 3 种海拔茶园节肢动物群落结构指数 ($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Table 3 Index of arthropod community structure in tea gardens of different altitudes

生态类型 Ecological type	Sp	Sb	Sn	Sa	Ss	Si
高海拔 High-altitude tea garden	4.37 ± 1.27	31.83 ± 11.06	3.00 ± 1.44	4.23 ± 2.34	7.47 ± 1.74	36.20 ± 10.92
中海拔 Mid-altitude tea garden	3.87 ± 1.36	26.43 ± 14.00	3.47 ± 1.68	4.87 ± 2.34	7.33 ± 2.09	31.30 ± 13.67
低海拔 Low-altitude tea garden	3.80 ± 1.21	18.07 ± 7.52	4.37 ± 1.25	8.03 ± 5.61	8.30 ± 1.80	26.30 ± 10.61

Sp: 植食性昆虫物种数 Species of phytophagous insect; Sb: 植食性昆虫个体数 Individual numbers of phytophagous insect; Sn: 捕食性天敌物种数 Species of Predatory natural enemies; Sa: 捕食性天敌个体数 Individual numbers of Predatory natural enemies; Ss: 总群落物种数 Species of total community; Si: 总群落个体数 Individual numbers of total community

3 种海拔茶园植食性昆虫亚群落物种数之间 F 值为 $1.7480, F < F_{0.05}(3.07)$, 差异不显著; 个体数之间 F 值为 $11.5490, F > F_{0.01}(4.79)$, 差异极显著, 其中低海拔茶园与高、中海拔茶园之间差异极显著 (P 值为 0.0001 和 0.0047), 中、高海拔茶园之间差异不显著 (P 值为 0.0647), 高海拔茶园植食性昆虫个体数量多。天敌物种数之间 F 值为 $6.7560, F > F_{0.01}(4.79)$, 差异极显著, 其中, 低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著 (P 值为 0.0194 和 0.0005), 中、高海拔茶园差异不显著 ($P=0.2203$), 低海拔茶园物种数量多; 天敌个体数之间 F 值为 $8.7820, F > F_{0.01}(4.79)$, 差异极显著, 其中, 低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著 (P 值为 0.0016 和 0.0002), 中、高海拔茶园之间差异不显著 ($P=0.5162$) 低海拔茶园天敌个体数量多。

将不同海拔茶园节肢动物总群落、植食性昆虫亚群落和捕食性天敌亚群落 30 个样方的总物种数、总个体数和多样性指数列于表 4, 可看出低海拔茶园总群落多样性指数最大, 其次是中海拔茶园。植食性昆虫亚群落和捕食性天敌亚群落的多样性指数均是中海拔最大, 高海拔茶园植食性昆虫亚群落多样性指数最低, 主要是假眼小绿叶蝉和柑橘粉虱数量多所致, 低海拔的捕食性天敌亚群落多样性指数最低主要是八点球腹蛛和茶色新圆蛛数量多所致。

2.4 不同海拔茶园节肢动物群落多样性变化

将不同海拔茶园 30 个样方的节肢动物群落结构指数列于表 5, 对 30 个样方中的植食性昆虫亚群落、捕食性天敌亚群落和总群落的多样性指数差异进行方差分析, 并进行多重比较。3 种海拔茶园节肢动物总群落的多样性指数之间的 F 值为 $17.5670, F > F_{0.01}(4.79)$, 差异极显著, 其中, 低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著 (P 值为 0.0002 和 0.0001), 中、高海拔茶园之间差异不显著 ($P=0.0663$), 低海拔茶园节肢动物多

样性高;可以看出多样性的差异主要是个体数差异引起的。3种海拔茶园植食性昆虫亚群落之间的多样性 F 值为1.6970, $F < F_{0.05}$ (3.07),差异不显著;3种海拔茶园之间捕食性天敌亚群落多样性的 F 值为5.1250, $F > F_{0.01}$ (4.79),差异极显著,其中,中、低海拔茶园之间差异显著($P=0.0284$),低、高海拔茶园之间差异极显著($P=0.0026$),中、高海拔茶园之间差异不显著($P=0.3837$),中海拔茶园多样性高。

表4 不同海拔茶园节肢动物物种数、个体数及多样性指数

Table 4 Species, individual numbers and diversity index of arthropod community in tea gardens of different altitudes

生态类型 Ecological type	植食性昆虫亚群落 Phytophagous insect sub-community			捕食性天敌亚群落 Predatory natural enemy sub-community			总群落 Total arthropod community		
	Sp	H'_1	Sb	Sn	H'_2	Sa	Ss	H'	Si
高海拔茶园 High-altitude tea garden	13	1.7947	948	16	3.1840	127	32	2.5544	1086
中海拔茶园 Mid-altitude tea garden	16	2.1305	788	16	3.4701	146	35	3.0055	939
低海拔茶园 Low-altitude tea garden	17	2.0469	542	13	3.0434	241	31	3.2840	789

H'_1 :植食性昆虫亚群落多样性指数 Diversity index of phytophagous insect sub-community; H'_2 :捕食性天敌亚群落多样性指数 Diversity index of Predatory natural enemies sub-community; H' :总群落节肢动物多样性指数 Diversity index of total arthropod community

表5 总群落和各亚群落的多样性指数($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)和均匀度($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)及其差异

Table 5 Diversity index, evenness and difference of total arthropod community and sub-community

参数 Parameter	植食性昆虫亚群落 Phytophagous insect sub-community			捕食性天敌亚群落 Predatory natural enemy sub-community			总群落 Total arthropod community		
	低海拔 Low-altitude	中海拔 Mid-altitude	高海拔 High-altitude	低海拔 Low-altitude	中海拔 Mid-altitude	高海拔 High-altitude	低海拔 Low-altitude	中海拔 Mid-altitude	高海拔 High-altitude
	$\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$	1.49±0.47	1.31±0.54	1.28±0.40	1.89±0.55	1.49±0.84	1.74±0.69	2.50±0.43	2.05±0.48
F		1.6970				5.1250 **			17.5670 **
P						$P(a-b) : 0.0284$			$P(a-b) : 0.0002$
						$P(a-c) : 0.0026$			$P(a-c) : 0.0001$
						$P(b-c) : 0.3837$			$P(b-c) : 0.0663$
均匀度 Evenness	1.14±0.18	0.96±0.33	0.90±0.21	1.29±0.29	1.13±0.29	1.22±0.43	1.19±0.12	1.05±0.16	0.93±0.16
F		7.8710 *				1.0630			23.4560 **
P		$P(a-b) : 0.0051$							$P(a-c) : 0.0001$
		$P(a-c) : 0.0003$							$P(b-c) : 0.0032$
		$P(b-c) : 0.3531$							$P(a-b) : 0.0003$

2.5 不同海拔茶园节肢动物群落均匀度变化

将不同海拔茶园节肢动物群落均匀度指数列于表5,对30个样方中植食性害虫亚群落,捕食性天敌亚群落和总群落的均匀度指数进行方差分析,并进行多重比较。植食性昆虫亚群落均匀度在3种海拔茶园之间差异极显著($F=7.8710$, $F > F_{0.01}$),其中,低海拔茶园与中、高海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0051和0.0003),中、高海拔茶园之间差异并不显著($P=0.3531$),低海拔茶园植食性昆虫均匀度大;捕食性天敌亚群落均匀度在3种海拔茶园之间差异不显著($F=1.0630$);总群落的均匀度指数在3种海拔茶园之间差异极显著($F=23.4560$),其中,高海拔茶园与中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0032和0.0001),中、低海拔茶园之间差异极显著(P 值为0.0003),低海拔茶园均匀度大。

2.6 不同海拔茶园节肢动物群落相对稳定性

群落的相对稳定性长期以来一直为群落生态学家所关注,其表述及成因的解释也不尽相同^[12-17],高宝嘉等^[18]针对所研究的对象为森林昆虫群落及其所处的环境条件,用群落全年物种数(Ss)与总个体数(Si)之比和天敌类物种数(Sn)和植食性昆虫物种数(Sp)之比来表达群落的相对稳定程度,他们将全年各月所调查的

种数和个体数取平均值进行计算,其结果反映了不仅是一个静态的比值,而且反映了全年昆虫群落组成的变化情况,当 S_s/S_i 比值较大时表明物种数较多而个体数相对较少,反映了种间数量上的制约作用。 S_n/S_p 则反映了群落内部食物网络关系的复杂性及相关制约的程度,因为种在群落中的地位比个体更突出。

将不同海拔茶园节肢动物总群落及植食性昆虫亚群落和捕食性天敌亚群落的相对稳定性值列于表 6,可以看出,物种数比值(S_n/S_p)、个体数比值(S_a/S_b)、植食性昆虫物种数和个体数比值(S_p/S_b)及总群落物种数和个体数的比值(S_s/S_i)都是低海拔茶园高,即相对稳定性最好,而捕食性天敌物种数和个体数的比值(S_n/S_a),中、高海拔茶园相同且略高于低海拔茶园。总体分析,低海拔茶园群落稳定性稍高于中、高海拔茶园,和上述多样性的分析结果是一致的。

表 6 各群落的相对稳定性比值($\bar{x} \pm S_{\bar{x}}$)

Tabel 6 The relative stability values of communities

生态类型 Ecological type	S_n/S_p	S_a/S_b	S_p/S_b	S_n/S_a	S_s/S_i
高海拔茶园 High-altitude tea garden	0.74 ± 0.38	0.15 ± 0.11	0.15 ± 0.06	0.75 ± 0.22	0.22 ± 0.07
中海拔茶园 Mid-altitude tea garden	1.19 ± 1.29	0.29 ± 0.30	0.18 ± 0.10	0.75 ± 0.22	0.27 ± 0.13
低海拔茶园 Low-altitude tea garden	1.25 ± 0.53	0.48 ± 0.27	0.24 ± 0.10	0.65 ± 0.22	0.35 ± 0.12

3 结论

(1) 3 种海拔中差异极显著且数量居于第一位的物种:高海拔茶园害虫为假眼小绿叶蝉、柑橘粉虱、茶短须螨和绿螽蟟,天敌为锥腹肖蛸和八点球腹蛛;中海拔茶园害虫为茶黄蓟马和红蜡蚧,天敌为粽管巢蛛;低海拔茶园天敌为茶色新圆蛛和日本球腹蛛。

(2) 以样方为单位 3 种海拔茶园之间节肢动物群落多样性指数和个体数差异极显著,高海拔茶园多样性指数和个体数大;3 种海拔茶园之间植食性昆虫亚群落的多样性、物种数、个体数差异均不显著;3 种海拔茶园之间捕食性天敌亚群落的多样性指数、物种数和个体数差异均极显著,低海拔茶园 3 种指数均最大。

(3) 总群落多样性指数低海拔茶园最大,植食性亚群落和捕食性亚群落的多样性均是以中海拔茶园最大。

(4) 捕食性天敌和植食性昆虫的物种数比值(S_n/S_p)、个体数比值(S_a/S_b)、植食性昆虫物种数(S_p)和个体数(S_b)比值(S_p/S_b)及总群落物种数(S_s)和个体数比值(S_s/S_i)都是低海拔茶园高,低海拔茶园相对稳定性高。

关于多样性与稳定性的关系,doak^[12]提出群落的容纳能力和物种间的维持机制是决定群落稳定性的关键因子,张立敏等^[13]应用中性理论分析得出物种多样性增加是增强群落稳定性的主要因素;张晓明等^[14]研究得出花椒、玉米、大豆间套作系统比花椒单一作物群落节肢动物群落稳定性好;李新航等^[15]研究结果是影响马尾松林节肢动物群落稳定性的因子,食叶类群的影响是马尾松毛虫爆发的关键因子,各类群作用均衡,其系统比较稳定;张飞萍等^[16]研究不同林分类型毛竹林节肢动物群落时发现,毛竹纯林节肢动物群落的稳定性显著低于竹杉和竹松混交林,主要是竹冠层和林下层植食性昆虫和捕食性功能群的共有种少;蔡万伦等^[17]认为,Bt 水稻田板块面积大小是影响稻田节肢动物群落稳定性的第一位因子。本研究 3 种类型茶园节肢动物群落稳定性不同,究其原因可能是由于海拔不同,多种生态条件包括植被、温度、光照、湿度等均不同,害虫各自选择适宜自己生存的栖境,造成了群落组织结构的差异,特别是物种数,低海拔茶园高于高、中海拔茶园,个体数反而低于高、中海拔茶园,低海拔茶园多样性指数最大。主要害虫各自选择自己适宜的生存条件,如假眼小绿叶蝉适于温暖湿润的条件下发生,适温为 17—28℃,最适于 20—26℃。高海拔茶园是杜仲、青桐等药茶和林茶间作茶园,茶园对假眼小绿叶蝉而言,其温湿条件优于中、低海拔茶园,所以假眼小绿叶蝉数量显著高于中、低海拔茶园。柑桔粉虱喜栖于茶树丛间,趋嫩且喜阴湿。高海拔茶园由于有树木遮挡,较中、低海拔茶园阴湿,因此其柑桔粉虱数量显著高于中、低海拔茶园。茶黄蓟马趋嫩性强,芽叶旺盛,茶丛郁闭繁茂,利于茶黄蓟马虫口繁衍,中、低海拔茶园,长势茂盛,较郁闭,因此中、低海拔茶园茶黄蓟马显著高于高海拔茶园。

致谢:本文承蒙南京师范大学马飞教授的大力支持,特此致谢。

References:

- [1] Deng X, Tan J C. The seasonal dynamics of species and quantities of insect pests and natural enemies in tea plantations under ecological control. *Acta Ecologica Sinica*, 2002, 22(7): 1166-1172.
- [2] Chen Y F, Song C Q, Liu L M, Ye H X, Wu L T, Xu H Z. Studies on species of spiders in tea garden in China. *Journal of Tea Science*, 2000, 20(1): 59-66.
- [3] Wang Y J, Xie Z L, Pang X F. Studies on the ecological niche of *Emposca vitis* (G(o)the) and spiders in tea gardens. *Journal of Tea Science*, 2008, 28(6): 401-406.
- [4] Li H L, Lin N Q. Studies on the biology of the egg parasitoids of tea leafhopper, *Emposca vitis* (G(o)the). *Journal of Tea Science*, 2008, 28(6): 407-413.
- [5] Zeng L, Wang P S, Xu M. Studies on the resistance of tea plant to leafhopper (*Emposca vitis* G(o)the). *Journal of Tea Science*, 2001, 21(2): 90-93.
- [6] Zhao D X, Chen Z M, Chen J A. Isolation and activity identification of volatiles among tea plant-green leafhopper-evarcha spider. *Journal of Tea Science*, 2002, 22(2): 109-114.
- [7] Yu L S, Zou Y D, Cao Y F, Bi S D, Wu H Z, Ding J, Xie W F. Comparative study on the niches of *Apis mellifera ligustica* and *Apis cerana ceraca*. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(9): 4575-4581.
- [8] Pi B, Yuan W, Cheng N N, Ma L. Effects on insect species community diversity in the region by altitude of Huping Mountain. *Hunan Forestry Science and Technology*, 2006, 33(6): 57-59.
- [9] Zhang S B, Zhao B, He Y K. Insect diversity at different altitude levels in Mount Heng. *Nonwood Forest Research*, 2007, 25(3): 51-54.
- [10] Gong Z D, Wu H Y, Duan X D, Feng X G, Zhang Y Z, Liu Q. The relationship between the geographical distribution trends of flea species diversity and the important environmental factor in the Hengduan Mountains, Yunnan. *Biodiversity Science*, 2001, 9(4): 319-328.
- [11] Zhao Z M, Guo Y Q. Principle and Methods of Community Ecology. Chongqing: Publishing House of Scientific and Technical Documentation, Chongqing Branch, 1990: 147-172.
- [12] Doak D F, Bigger D, Harding E K, Marvier M A, O'Malley R E, Thomsons D. The statistical inevitability of stability-diversity relationships in community ecology. *The American Naturalist*, 1998, 151(3): 264-276.
- [13] Zhang L M, Chen B, Li Z Y. Analysis of the species diversity and community stability in local-community using the Neutral Theory. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(6): 1556-1563.
- [14] Zhang X M, Li Q, Chen G H, Yang J, Gao X, Song J X. Insect community structure and its stability in a *Zanthoxylum bungeanum* garden with different planting pattern. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2009, 20(8): 1986-1991.
- [15] Li X H, Zhang Z, Ma Q Y, Wang H B, Kong X B, Wang S F. Analysis of arthropod community stability in mason pine forest. *Acta Ecologica Sinica*, 2009, 29(1): 216-222.
- [16] Zhang F P, You M S. Diversity and stability of the arthropod communities in different forest types of the bamboo *Phyllostachys heterocycla* cv. *pubescens*. *Acta Entomologica Sinica*, 2007, 50(1): 31-37.
- [17] Cai W L, Shi S B, Yang C J, Peng Y F, Zheng Y L. The arthropod community stabilities and diversities in the Bt rice paddy field with different patch designs. *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(11): 2968-2975.
- [18] Gao B J, Zhang Z Z, Li Z Y. Studies on the influence of the closed forest on structure, diversity and stability of insect community. *Acta Ecologica Sinica*, 1992, 12(1): 1-7.

参考文献:

- [1] 邓欣, 谭济才. 生态控制茶园内害虫、天敌种类及数量的季节变化规律. *生态学报*, 2002, 22(7): 1166-1172.
- [2] 陈银方, 宋昌琪, 刘林敏, 叶火香, 吴林土, 徐火忠. 中国茶园蜘蛛种类研究. *茶叶科学*, 2000, 20(1): 59-66.
- [3] 王沅江, 谢振伦, 庞雄飞. 假眼小绿叶蝉及天敌蜘蛛生态位的研究. *茶叶科学*, 2008, 28(6): 401-406.
- [4] 李慧玲, 林乃铨. 假眼小绿叶蝉卵寄生蜂的生物学特性研究. *茶叶科学*, 2008, 28(6): 407-413.
- [5] 曾莉, 王平盛, 许政. 茶树对假眼小绿叶蝉的抗性研究. *茶叶科学*, 2001, 21(2): 90-93.
- [6] 赵冬香, 陈宗懋, 程家安. 茶树-假眼小绿叶蝉-白斑猎蛛间化学通讯物的分离与活性鉴定. *茶叶科学*, 2002, 22(2): 109-114.
- [7] 余林生, 邹运鼎, 曹义锋, 毕守东, 巫厚长, 丁建, 解文飞. 意大利蜜蜂 (*Apis mellifera ligustica*) 与中华蜜蜂 (*Apis cerana ceraca*) 的生态位比较. *生态学报*, 2008, 28(9): 4575-4581.
- [8] 皮兵, 袁魏, 程宁南, 马磊. 海拔高度对壶瓶山昆虫群落物种多样性的影响. *湖南林业科技*, 2006, 33(6): 57-59.
- [9] 张少冰, 赵冰, 贺应科. 南岳衡山不同海拔的昆虫多样性. *经济林研究*, 2007, 25(3): 51-54.
- [10] 龚正达, 吴厚永, 段兴德, 冯锡光, 张云智, 刘泉. 云南横断山区蚕类物种多样性的地理分布趋势与重要环境因素的关系. *生物多样性*, 2001, 9(4): 319-328.
- [11] 赵志模, 郭依泉. 群落生态学原理与方法. 重庆: 科学技术文献出版社重庆分社, 1990: 147-172.
- [12] 张立敏, 陈斌, 李正跃. 应用中性理论分析局域群落中的物种多样性及稳定性. *生态学报*, 2010, 30(6): 1556-1563.
- [13] 张晓明, 李强, 陈国华, 杨洁, 高鑫, 宋家雄. 不同种植模式花椒园昆虫群落的结构及稳定性. *应用生态学报*, 2009, 20(8): 1986-1991.
- [14] 李新航, 张真, 马钦彦, 王鸿斌, 孔祥波, 王淑芬. 马尾松林节肢动物群落的稳定性. *生态学报*, 2009, 29(1): 216-222.
- [15] 张飞萍, 尤民生. 不同林分类型毛竹林节肢动物群落的多样性与稳定性. *昆虫学报*, 2007, 50(1): 31-37.
- [16] 蔡万伦, 石尚柏, 杨长举, 彭于发, 郑亚莉. Bt 水稻田不同斑块设计对田间节肢动物群落稳定性的影响. *生态学报*, 2005, 25(11): 2968-2975.
- [17] 高宝嘉, 张执中, 李镇宇. 封山育林对昆虫群落结构及多样性稳定性影响的研究. *生态学报*, 1992, 12(1): 1-7.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.31 ,No.14 July,2011(Semimonthly)
CONTENTS

The sensitivity of Xiamen's three industrial sectors to land use changes	HUANG Jing, CUI Shenghui, LI Fangyi, et al (3863)
Desertification and change of landscape pattern in the Source Region of Yellow River	HU Guangyin, DONG Zhibao, LU Junfeng, et al (3872)
Comparison of ecological significance of landscape diversity changes in karst mountains; a case study of 4 typical karst area in Guizhou Province	LUO Guangjie, LI Yangbing, WANG Shijie, et al (3882)
Analysis on urban heat island effect based on the dynamics of urban surface biophysical descriptors	XU Hanqiu (3890)
Primary exploration on the ecological land use classification in Beijing	TANG Xiumei, CHEN Baiping, LU Qingbin, et al (3902)
Changes of spectral reflectance of <i>Pinus koraiensis</i> and <i>Abies nephrolepis</i> along altitudinal gradients in Changbai Mountain	FAN Xiuhua, LIU Weiguo, LU Wenmin, et al (3910)
Biomass allocation patterns and allometric models of <i>Abies nephrolepis</i> Maxim	WANG Jinsong, ZHANG Chunyu, FAN Xiuhua, et al (3918)
Niche analysis of dominant species of macrobenthic community at a tidal flat of Yushan Island	JIAO Haifeng, SHI Huixiong, YOU Zhongjie, et al (3928)
The influence of different food qualities on the energy budget and digestive tract morphology of Tree Sparrows <i>passer montanus</i>	YANG Zhihong, SHAO Shuli (3937)
The response of ecosystem service values to ambient environment and its spatial scales in typical karst areas of northwest Guangxi, China	ZHANG Mingyang, WANG Kelin, LIU Huiyu, et al (3947)
Root morphology characteristics under alternate furrow irrigation	LI Caixia, SUN Jingsheng, ZHOU Xinguo, et al (3956)
Allelopathy of the root exudates from different resistant eggplants to verticillium wilt (<i>Verticillium dahliae</i> Kleb.)	ZHOU Baoli, CHEN Zhixia, DU Liang, et al (3964)
Biological cycle and accumulation of lanthanum in the forage-mushroom-soil system	WENG Boqi, JIANG Zhaowei, WANG Yixiang, et al (3973)
Evaluation of soil loss and transportation load of adsorption N and P in Poyang Lake watershed	YU Jinxiang, ZHENG Bofu, LIU Yafei, et al (3980)
Effects of soil resource availabilities on vertical distribution and dynamics of fine roots in a <i>Caragana korshinskii</i> plantation	SHI Jianwei, WANG Mengben, CHEN Jianwen, et al (3990)
Effects of soil salinization on ammonia volatilization characteristics of urea and urea phosphate	LIANG Fei, TIAN Changyan (3999)
Distribution of marine bacteria and their environmental factors in Xiangshan Bay	YANG Jifang, WANG Haili, CHEN Fusheng, et al (4007)
Concentration of O ₃ at the atmospheric surface affects the changes characters of antioxidant enzyme activities in <i>Triticum aestivum</i>	WU Fangfang, ZHENG Youfei, WU Rongjun, et al (4019)
Effects of inhibitor and safener on enzyme activity and phenanthrene metabolism in root of tall fescue	GONG Shuaishuai, HAN Jin, GAO Yanzheng, et al (4027)
Screening of highly-effective rhizobial strains on Alfalfa (<i>Medicago polymorpha</i>) in soil	LIU Xiaoyun, GUO Zhenguo, LI Qiaoxian, et al (4034)
Geochemical evolution processes of soil major elements in the forest-dominated Jinshui River Basin, the upper Hanjiang River	HE Wenming, ZHOU Jie, ZHANG Changsheng, et al (4042)
Integrating geographic features and weather data for methodology of rasterizing spring maize growth stages	LIU Qin, YAN Changrong, MEI Xurong, et al (4056)
A model for predicting flowering date and external quality of cut tulip in solar greenhouse	LI Gang, CHEN Yaru, DAI Jianfeng, et al (4062)
Moisture effect analysis of pumpkin and oil sunflower intercropping in semi-arid area of northwest Hebei Province	HUANG Wei, ZHANG Junhua, LI Wenhong, et al (4072)
Review and Monograph	
Theoretical backgrounds and recent advances in avian molecular phylogeography	DONG Lu, ZHANG Yanyun (4082)
A review on spatial attributes of nature reserves and optimal site-selection methods	WANG Yicheng (4094)
Human activities are the principle cause of biotic homogenization	CHEN Guoqi, QIANG Sheng (4107)
Factors influencing the occurrence of <i>Ophiocordyceps sinensis</i>	ZHANG Guren, YU Junfeng, WU Guangguo, et al (4117)
Molecular detection of diversity of methanogens and methanotrophs in natural wetland soil	SHE Chenxing, TONG Chuan (4126)
Scientific Note	
Soil quality assessment of continuous cropping cotton fields for different years in a typical oasis in the upper reaches of the Tarim River	GONG Lu, ZHANG Haifeng, LÜ Guanghui, et al (4136)
Dynamics of microbial biomass during litter decomposition in the alpine forest	ZHOU Xiaoqing, WU Fuzhong, YANG Wanqin, et al (4144)
The aerodynamic roughness length of biologicalsoil crusts;a case study of Gurbantunggut Desert	WANG Xueqin, ZHANG Yuanming, ZHANG Weimin, et al (4153)
Differences among population quantities and community structures of pests and their natural enemies in tea gardens of different altitudes	KE Shengbing, DANG Fenghua, BI Shoudong, et al (4161)

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

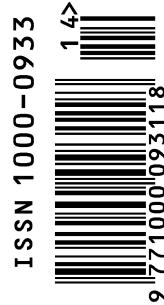
编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生态学报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 31 卷 第 14 期 (2011 年 7 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 31 No. 14 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	Editor-in-chief FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by China Association for Science and Technology
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	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	Printed by Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 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	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	Domestic All Local Post Offices in China
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	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	



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元