

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

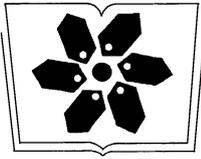
Acta Ecologica Sinica



第 32 卷 第 23 期 Vol.32 No.23 **2012**

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

(SHENGTAI XUEBAO)

第 32 卷 第 23 期 2012 年 12 月 (半月刊)

目 次

中国石龙子母体孕期调温诱导幼体表型:母体操纵假说的实验检测	李 宏,周宗师,吴延庆,等	(7255)
同种或异种干扰对花鼠分散贮藏点选择的影响	申 圳,董 钟,曹令立,等	(7264)
曝气充氧条件下污染河道氨挥发特性模拟	刘 波,王文林,凌 芬,等	(7270)
贵州草海越冬斑头雁日间行为模式及环境因素对行为的影响	杨延峰,张国钢,陆 军,等	(7280)
青藏高原多年冻土区积雪对沼泽、草甸浅层土壤水热过程的影响	常 娟,王根绪,高永恒,等	(7289)
长沙城市斑块湿地资源的时空演变	恭映璧,靖 磊,彭 磊,等	(7302)
基于模型数据融合的千烟洲亚热带人工林碳水通量模拟	任小丽,何洪林,刘 敏,等	(7313)
农田氮素非点源污染控制的生态补偿标准——以江苏省宜兴市为例	张 印,周羽辰,孙 华	(7327)
用 PFU 微型生物群落监测技术评价化工废水的静态毒性	李朝霞,张玉国,梁慧星	(7336)
京郊农业生物循环系统生态经济能值评估——以密云尖岩村为例	周连第,胡艳霞,王亚芝,等	(7346)
基于遥感的夏季西安城市公园“冷效应”研究	冯晓刚,石 辉	(7355)
海南岛主要森林类型时空动态及关键驱动因子	王树东,欧阳志云,张翠萍,等	(7364)
不同播种时间对吉林省西部玉米绿水足迹的影响	秦丽杰,靳英华,段佩利	(7375)
黄土塬区不同品种玉米间作群体生长特征的动态变化	王小林,张岁岐,王淑庆,等	(7383)
密植条件下种植方式对夏玉米群体根冠特性及产量的影响	李宗新,陈源泉,王庆成,等	(7391)
沙地不同发育阶段的人工生物结皮对重金属的富集作用	徐 杰,敖艳青,张璟霞,等	(7402)
增强 UV-B 辐射和氮对谷子叶光合色素及非酶促保护物质的影响	方 兴,钟章成	(7411)
不同产地披针叶茴香光合特性对水分胁迫和复水的响应	曹永慧,周本智,陈双林,等	(7421)
芦芽山林线华北落叶松径向变化季节特征	董满宇,江 源,王明昌,等	(7430)
地形对植被生物量遥感反演的影响——以广州市为例	宋巍巍,管东生,王 刚	(7440)
指数施肥对楸树无性系生物量分配和根系形态的影响	王力朋,晏紫伊,李吉跃,等	(7452)
火烧伤害对兴安落叶松树干径向生长的影响	王晓春,鲁永现	(7463)
山地梨枣树耗水特征及模型	辛小桂,吴普特,汪有科,等	(7473)
两种常绿阔叶植物越冬光系统功能转变的特异性	钟传飞,张运涛,武晓颖,等	(7483)
干旱胁迫对银杏叶片光合系统 II 荧光特性的影响	魏晓东,陈国祥,施大伟,等	(7492)
神农架川金丝猴栖息地森林群落的数量分类与排序	李广良,丛 静,卢 慧,等	(7501)
碱性土壤盐化过程中阴离子对土壤中镉有效态和植物吸收镉的影响	王祖伟,弋良朋,高文燕,等	(7512)
两种绣线菊耐弱光能力的光合适应性	刘慧民,马艳丽,王柏臣,等	(7519)
闽楠人工林细根寿命及其影响因素	郑金兴,黄锦学,王珍珍,等	(7532)
旅游交通碳排放的空间结构与情景分析	肖 潇,张 捷,卢俊宇,等	(7540)
北京市妫水河流域人类活动的水文响应	刘玉明,张 静,武鹏飞,等	(7549)
膜下滴灌技术生态-经济与可持续性分析——以新疆玛纳斯河流域棉花为例	范文波,吴普特,马枫梅	(7559)
高温胁迫及其持续时间对棉蚜死亡和繁殖的影响	高桂珍,吕昭智,夏德萍,等	(7568)
桉树枝瘿姬小蜂虫瘿解剖特征与寄主叶片生理指标的变化	吴耀军,常明山,盛 双,等	(7576)
西南桦纯林与西南桦×红椎混交林碳贮量比较	何友均,覃 林,李智勇,等	(7586)
长沙城市森林土壤 7 种重金属含量特征及其潜在生态风险	方 晰,唐志娟,田大伦,等	(7595)
专论与综述		
城乡结合部人-环境系统关系研究综述	黄宝荣,张慧智	(7607)
陆地生态系统碳水通量贡献区评价综述	张 慧,申双和,温学发,等	(7622)



封面图说: 麋鹿群在过河——麋鹿属于鹿科,是中国的特有动物。历史上麋鹿曾经广布于东亚地区,到 19 世纪时,只剩下在北京南海子皇家猎苑内一群。1900 年,八国联军攻陷北京,麋鹿被抢劫一空。1901 年,英国的贝福特公爵用重金从法、德、荷、比四国收买了世界上仅有的 18 头麋鹿,以半野生的方式集中放养在乌邦寺庄园内,麋鹿这才免于绝灭。在世界动物保护组织的协调下,1985 年起麋鹿从英国分批回归家乡,放养到北京大兴南海子、江苏省大丰等地。这是在江苏省大丰麋鹿国家级自然保护区放养的麋鹿群正在过河。

彩图提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201201070033

高桂珍, 吕昭智, 夏德萍, 孙平. 高温胁迫及其持续时间对棉蚜死亡和繁殖的影响. 生态学报, 2012, 32(23): 7568-7575.

Gao G Z, Lü Z Z, Xia D P, Sun P. Effects of pattern and timing of high temperature exposure on the mortality and fecundity of *Aphis gossypii* Glover on cotton. Acta Ecologica Sinica, 2012, 32(23): 7568-7575.

高温胁迫及其持续时间对棉蚜死亡和繁殖的影响

高桂珍^{1,2,3}, 吕昭智^{1,*}, 夏德萍¹, 孙平¹

(1. 中国科学院干旱区生物地理与生物资源重点实验室, 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049; 3. 中国气象局乌鲁木齐沙漠气象研究所, 乌鲁木齐 830002)

摘要:为探索高温胁迫对棉蚜的影响, 室内采用叶子圆片培养基饲养棉蚜的方法, 研究不同温度(32, 34, 36, 38, 40 °C)、不同处理时间(1, 2, 4, 6 h)对棉蚜死亡和繁殖的影响。结果表明: 棉蚜每日死亡率可用互补重对数模型较好地拟合。随着温度的升高和持续天数的延长, 棉蚜累计死亡率呈上升趋势, 38 °C条件下其累计死亡率明显迅速上升。棉蚜半数致死温度随着每天高温处理时间的增加和高温持续天数的延长而降低, 且第1—2天下降明显。棉蚜繁殖率随着温度的升高呈下降趋势, 每天处理时间不同其繁殖率规律不同, 但均是在38 °C时下降最多。38 °C可能是棉蚜耐高温能力的拐点。研究结果为提高棉蚜种群预测准确性、科学决策最佳化学防治时间提供依据。

关键词:棉蚜; 高温胁迫; 累计死亡率; 互补重对数模型; 半数致死温度; 繁殖率

Effects of pattern and timing of high temperature exposure on the mortality and fecundity of *Aphis gossypii* Glover on cotton

GAO Guizhen^{1,2,3}, LÜ Zhaozhi^{1,*}, XIA Deping¹, SUN Ping¹

1 Key Laboratory of Biogeography and Bioresource in Arid Land, Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Institute of Desert Meteorology, China Meteorological Administration, Urumqi 830002, China

Abstract: The cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover, is an important and damaging pest of cotton crops worldwide and is now the most serious pest of cotton in Xinjiang, China. The weather in Xinjiang is extremely hot during the summer, with maximum daily temperatures consistently above 35°C. Temperature is an important environmental factor that can affect insect survival and fecundity, but how the biology of the cotton aphid is impacted by brief exposures to high temperatures is poorly understood. A leaf disc bioassay was employed to investigate the effects of high-temperature shocks on the bionomics of *A. gossypii* in the laboratory. Cotton aphids were kept under the background conditions of (24±1)°C, (50±10)% RH, and a photoperiod of 14h:10h (light:dark). Adult aphids were exposed to high temperatures of 32, 34, 36, 38, or 40°C for 1—6 hours per day, and their mortality and fecundity were determined.

Complementary log-log regression model considering the effects of both temperature and time could well simulate the daily mortality of aphids that had been briefly exposed to high-temperature conditions. Pearson's chi-square test and the Hosmer-Lemeshow statistic showed that the regression function was significant when high-temperature shocks lasted for 1—4 h/d; *t*-tests indicated that the parameters of the models were significant ($P < 0.05$). The value of γ_j , the parameter for the time effect of temperature, changed as the number of treatment days increased, indicating that assessing the effects of both

基金项目:中国沙漠气象科学研究基金(sqj2011010); 国家国际科技合作专项项目(2011DFA33170); 中国科学院院地合作项目(XBXJ2011029)

收稿日期:2012-01-07; **修订日期:**2012-08-15

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhaozhi@ms.xjb.ac.cn

temperature and time was important and reliable.

Analysis of variance showed that high-temperature shocks significantly affected the mortality and fecundity of the cotton aphid, and the effects depended on both the temperature and the duration of exposure. Analysis showed that the cumulative mortality of *A. gossypii* increased proportional to both temperature and duration of exposure. There was no significant difference in cumulative mortality of cotton aphids within the ranges of 32—38°C for 1 h and 32—36°C for 2—6 h. The cumulative mortality of *A. gossypii* increased rapidly when treated at 38 and 40°C for 2—6 h. The median lethal temperature of *A. gossypii* decreased as both the hours per day and the number of days of heat treatment increased; the median lethal temperature decreased rapidly over 1—2 d by 10.66°C (1 h heat/day), 2.54°C (2 h), 0.85°C (4 h), and 1.54°C (6 h). The median lethal temperature of *A. gossypii* decreased rapidly as the number of treatment days increased when heat-treatment lasted for 1 h but increased more slowly with 2—6 h/day treatment. The reproduction rate of *A. gossypii* decreased as the temperature increased and varied with the hours of heat-treatment. No significant effect was found in reproduction rate at 32—36°C for 1 h and at 32—34°C for 2—6 h. Reproduction rate declined rapidly at 38°C for 1—6 h; the average fecundity was only 0.97 nymphs per day at 38°C, the inflection point of high-temperature tolerance of *A. gossypii*. The observations provide basic information for improving the accuracy of pest forecasts and deciding when to spray insecticides.

Key Words: *Aphis gossypii*; high temperature stress; cumulative mortality; Complementary log-log model; median lethal temperature; fecundity

棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)是危害棉花、瓜类等农作物的重要世界性害虫,广泛分布于北纬 60°至南纬 40°地区。温度是影响棉蚜生长发育、存活及繁殖等生命活动的重要因素,是生产中进行种群预测、科学决策防治措施的重要依据。在适宜的温度条件下棉蚜发育速度快^[1],种群数量迅速增加,常对寄主植物造成严重的危害;但高温条件下棉蚜发育速率减慢^[2-3],恒温 30 °C 时其繁殖力普遍明显下降^[4]。以往关于温度对棉蚜影响的研究多集中在适温区间(18—30 °C)恒温条件下进行^[5-7],而在温度高于 30 °C 情况下开展的工作相对较少,且马春森等研究发现变温与恒温对麦蚜存活和繁殖的影响不同^[8-9],Davis 等研究结果表明恒温与变温条件下桃蚜的存活和繁殖均存在差异^[10],从而证明将恒温试验结果直接应用到昆虫种群动态预测中的不足。新疆大部分地区 6—7 月的日最高温度可以达到 35—40 °C,并持续几个小时,高温持续一周左右后,棉蚜种群在新疆棉区具有明显的崩溃过程。为探索夏季高温影响棉蚜种群的崩溃机制,提高棉蚜种群动态预测准确度,本文报道了不同高温模式及其持续时间对棉蚜死亡和繁殖的影响。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试虫源

棉蚜采自阜康荒漠生态系统观测试验站棉花试验田,采回的棉蚜在温度(24±1) °C,相对湿度(50±10)% ,光周期 L:D = 14:10 的人工气候箱离体棉叶上繁殖 3 代以上备用。

1.1.2 叶子圆片培养基制作

使用传统的 KNOP 棉花培养液,制成琼脂培养基备用。将棉叶剪成培养基大小,正面贴于琼脂培养基,背面供接蚜取食,使用时倒置,使棉蚜保持自然取食姿态^[11]。

1.2 试验方法

用毛笔将供试棉蚜轻轻接至棉叶背面,每个叶片接 15 头。将培养皿分别置于 32、34、36、38 °C 和 40 °C 人工气候箱内高温处理 1、2、4 h 和 6 h,然后放置于温度(24 ±1) °C,相对湿度(50±10)% ,L:D = 14:10 的人工气候箱内培养,每个处理 15 个重复。每 24 h 计数棉蚜死亡数和繁殖数,同时剔除死亡个体和新产若蚜。以上试验共持续 6 d 时间。

1.3 数据处理

利用 Microsoft Excel 和 Origin7.5 软件对所得试验数据进行统计分析。采用单因素方差分析 (one-way ANOVA) 比较不同高温条件下棉蚜繁殖率。

互补重对数模型 (Complementary log-log model, CLL) 同时考虑了作用因子和时间效应, 能够体现出生物测定数据的完整性和客观性, 表达作用因子效应随时间变化和时间效应随作用因子变化的趋势信息^[12]。因此, 本文采用互补重对数模型拟合不同温度处理下棉蚜每日死亡率。

互补重对数模型 (CLL 模型) 棉蚜在高温持续天数 $t_j (j=1, 2, 3, \dots, J)$ 内, 被作用因子 (高温) 的强度 $d_i (i=1, 2, 3, \dots, I)$ 致死的条件死亡率 q_{ij} :

$$q_{ij} = 1 - \exp[-\exp(\gamma_j + \beta \log_{10}(d_i))]]$$

式中, γ_j 为描述时间区间 $[t_{j-1}, t_j]$ 的时间效应待估参数, 其值大小表示在该时间段内的死亡率; β 为温度作用强度的待估参数。采用 Pearson 卡方检验值及 Hosmer-Lemeshow 统计量检验模型拟合值与实测值之间的差异, 模型拟合在 DPS 软件下实现^[13]。

2 结果与分析

2.1 高温对棉蚜累计死亡率的影响

随着温度的升高和高温持续天数的延长, 棉蚜累计死亡率呈上升趋势。高温处理 1 h/d, 高温持续天数相同时, 32—38 °C 范围内棉蚜累计死亡率没有差异, 40 °C 开始其累计死亡率显著升高; 高温处理 2 h/d、4 h/d 和 6 h/d, 其累计死亡率变化规律一致, 即 32—36 °C 范围内棉蚜累计死亡率无显著差异, 38 °C 条件下其累计死亡率显著升高 (图 1)。

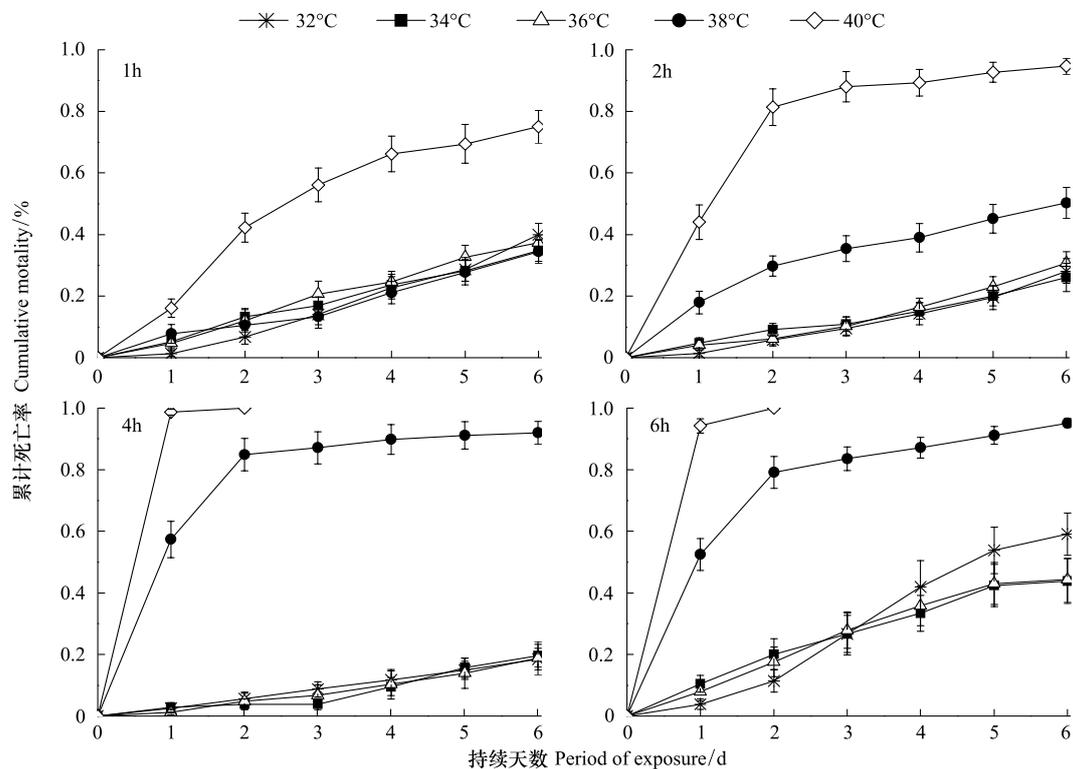


图 1 高温胁迫对棉蚜累计死亡率的影响 (平均值±标准误)

Fig. 1 Effects of high temperature on the cumulative mortality of *Aphis gossypii* (mean±SE)

2.2 棉蚜每日死亡率与温度的关系

2.2.1 温度对棉蚜影响的 CLL 模型模拟

用 CLL 模型模拟了高温处理后 6 d 内棉蚜在不同温度下的每日死亡率, 模型参数估计值见表 1。从表 1

所示的不同温度的效应系数 γ_j 可以看出,不同处理时间下 γ_j 值不同,说明棉蚜的条件死亡率除受作用因子(温度)影响外,还受到作用时间的影响,从而说明将作用因子和作用时间纳入同一模型中,进行统一分析的重要性及可靠性。高温处理 1 h/d 和 2 h/d,不同温度下各时区的条件死亡率 CLL 模型,经 Pearson 卡方及 Hosmer-Lemeshow 统计量检验均显著相关,高温处理 4 h/d, Pearson 卡方检验显著相关,高温处理 6 h/d,经 Pearson 卡方及 Hosmer-Lemeshow 统计量检验不相关。模型系数 β, γ_j (脚标 j 表示处理后第 j 天)除高温处理 1 h/d 的 β 值外,经 t 检验均显著相关。表明在高温处理时间不长于 4 h/d 时,模型能较好地拟合试验数据。

表 1 CLL 模型的参数估计及其显著性检验

Table 1 Parameters estimated and tested of the Complementary log-log model

参数 Parameters	方程系数 Coefficient± Standard error	t	显著水平 Significance level	参数 Parameters	方程系数 Coefficient± Standard error	t	显著水平 Significance level		
1h	β	10.9128±5.3151	2.0532	0.0516	4h	β	57.8474±9.4369	6.1299	0.0001
	γ_1	-19.6506±8.3566	2.3515	0.0276		γ_1	-91.6410±14.9299	6.1381	0.0001
	γ_2	-19.1836±8.3325	2.3023	0.0307		γ_2	-91.9024±14.7859	6.2155	0.0001
	γ_3	-19.3765±8.3130	2.3309	0.0289		γ_3	-92.8059±14.6841	6.3201	0.0001
	γ_4	-19.2432±8.2998	2.3185	0.0297		γ_4	-92.6960±14.6919	6.3093	0.0001
	γ_5	-19.4007±8.2918	2.3397	0.0283		γ_5	-92.3837±14.6564	6.3033	0.0001
	γ_6	-19.0985±8.2806	2.3064	0.0304		γ_6	-92.3960±14.6563	6.3042	0.0001
Person 卡方检验值 Chi square test 9.53936 < $\chi^2_{0.05} = 35.17$				Person 卡方检验值 Chi square test 25.10518 < $\chi^2_{0.05} = 30.14$					
Hosmer-lemeshow 统计量 Statistic value 2.9687 < $\chi^2_{0.05} = 14.07$				Hosmer-lemeshow 统计量 Statistic value 22.7976 > $\chi^2_{0.05} = 16.92$					
2h	β	28.4297±6.2552	4.5450	0.0001	6h	β	31.3295±5.7574	5.4416	0.0001
	γ_1	-46.4046±9.9010	4.6869	0.0001		γ_1	-49.8060±9.0761	5.4876	0.0001
	γ_2	-46.2486±9.8630	4.6891	0.0001		γ_2	-50.0844±8.9694	5.5839	0.0001
	γ_3	-46.9958±9.8118	4.7897	0.0001		γ_3	-50.2757±8.9133	5.6405	0.0001
	γ_4	-46.9950±9.7692	4.8105	0.0001		γ_4	-50.2191±8.9081	5.6375	0.0001
	γ_5	-46.6331±9.7741	4.7711	0.0001		γ_5	-50.0876±8.9096	5.6217	0.0001
	γ_6	-46.3979±9.7504	4.7586	0.0001		γ_6	-50.9418±8.9367	5.7003	0.0001
Person 卡方检验值 Chi square test 14.47271 < $\chi^2_{0.05} = 35.17$				Person 卡方检验值 Chi square test 31.36805 > $\chi^2_{0.05} = 30.14$					
Hosmer-lemeshow 统计量 Statistic value 9.1684 < $\chi^2_{0.05} = 14.07$				Hosmer-lemeshow 统计量 Statistic value 25.7257 > $\chi^2_{0.05} = 15.51$					

2.2.2 CLL 模型估计棉蚜半数致死温度

棉蚜半数致死温度与高温持续天数和每天高温处理小时数有关。每天高温处理小时数越长,棉蚜半数致死温度越低。随着高温持续天数的增加,棉蚜半数致死温度降低,且均是第 1—2 天下降明显,1 h/d、2 h/d、4 h/d 和 6 h/d 分别下降 10.66 °C、2.54 °C、0.85 °C 和 1.54 °C;高温处理 1 h/d 时,棉蚜半数致死温度随高温持续天数增加迅速降低,高温处理 2 h/d、4 h/d 和 6 h/d 时,棉蚜半数致死温度随高温持续天数增加降低趋势平缓(图 2)。

2.3 高温胁迫对棉蚜繁殖的影响

棉蚜繁殖率随着温度的升高呈下降趋势,但每天处理小时数不同时其繁殖率规律不同(图 3)。高温处理

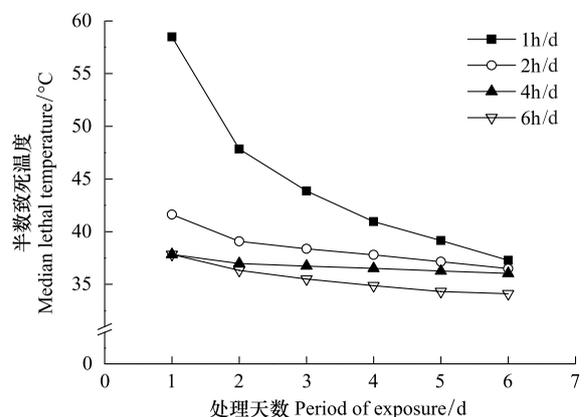


图 2 棉蚜半数致死温度

Fig. 2 Median lethal temperature of *Aphis gossypii*

1 h/d, 32—36 °C 棉蚜繁殖率没有差异, 38 °C 开始棉蚜繁殖率显著降低; 高温处理 2 h/d 和 6 h/d, 32—34 °C 棉蚜繁殖率没有差异, 36 °C 开始棉蚜繁殖率显著降低。但棉蚜繁殖率均是在 38 °C 时下降最多, 繁殖率平均仅为 0.97 头/d (图 3)。

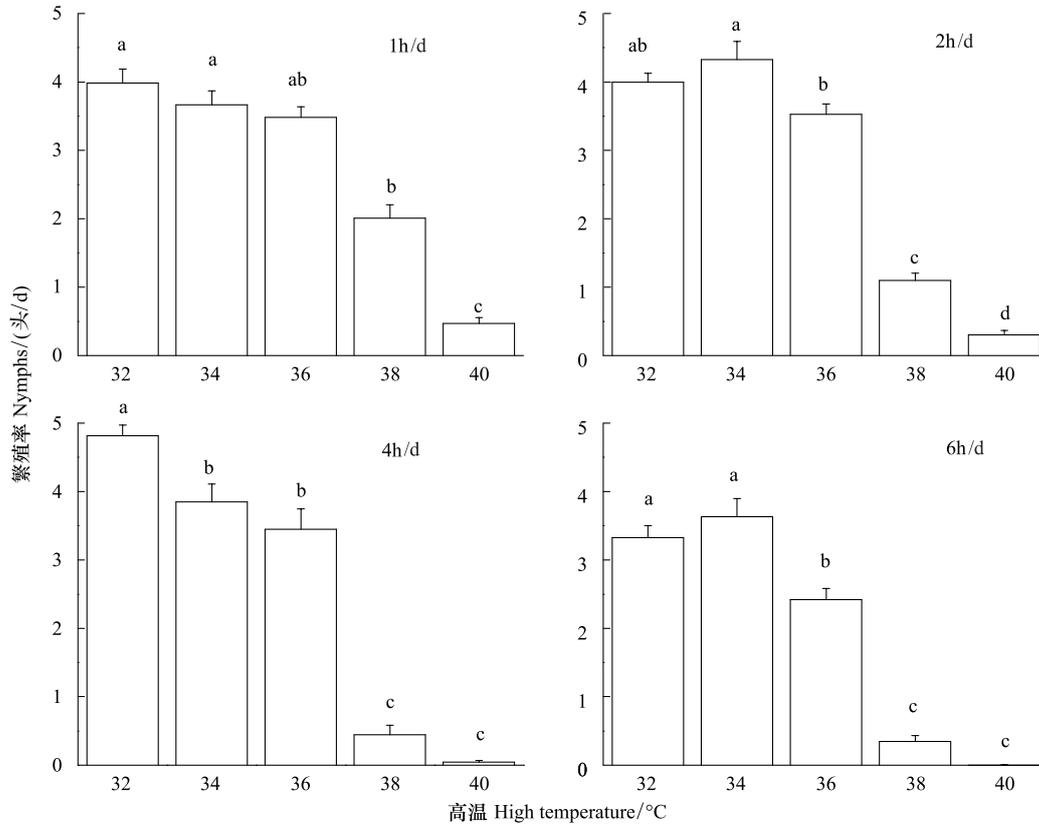


图 3 高温胁迫对棉蚜繁殖的影响(平均值±标准误)

Fig. 3 Effects of high temperature on fecundity of *Aphis gossypii* (mean±SE)

不同字母表示处理间差异显著 ($P < 0.05$)

3 讨论

3.1 CLL 模型的应用意义

互补重对数模型 (CLL 模型) 又称为时间-剂量-死亡率模型 (Time-dose-mortality model, TDM 模型), 由 Preisler 和 Robertson 提出^[14-15], 最先应用于不同昆虫的化学及生物杀虫剂毒力测定分析。其综合考虑了时间与剂量效应, 对多数简单生物测定数据具有较好的拟合能力, 并可同时得出 LD_{50} 和 LT_{50} 等各种指标, 从而广泛应用到感病幼虫死亡率^[16]、药剂处理朱砂叶螨死亡率^[17]、温度对真菌孢子死亡率影响^[18]等数据的分析。本文引入 CLL 模型应用于棉蚜的时间-温度-死亡率分析, 结果表明在高温处理不高于 4 h/d 时, 该模型可用于模拟 32—40 °C 高温处理棉蚜 6 d 内的每日死亡率。因此, 棉蚜每日死亡率可用互补重对数模型较好地拟合, CLL 模型适用于此类数据的分析。CLL 模型对于同时考虑作用因子和时间效应对昆虫影响实验数据的普遍适用性有待进一步验证。

3.2 高温的强度和持续时间显著影响棉蚜的死亡和繁殖

温度是昆虫生命活动的重要影响因子。35 °C 的持续高温对若蚜是致命的^[19], 棉蚜不能够完成生命循环, 也不能产仔^[20], 但 Xia 等研究表明棉蚜在 35 °C 下能够生存并且产仔^[21], 不同地理种群棉蚜对温度的生态适应性存在差异^[22]。本文研究结果表明, 高温对棉蚜影响的程度随高温的强度和持续时间而异, 随着温度的升高和高温持续天数的延长, 棉蚜累计死亡率上升, 繁殖率下降, 且 38 °C 开始其累计死亡率上升明显, 繁殖率下降最多, 38 °C 可能是棉蚜耐高温能力的拐点。随着每天高温处理小时数增加和高温持续天数延长, 棉蚜半

数致死温度降低,且第1—2天下降明显。即不同高温模式及其持续时间显著影响棉蚜的死亡和繁殖。类似研究结论还包括马春森等研究表明不同高温模式及其持续时间显著影响麦无网长管蚜的繁殖^[9]、李定旭等研究表明高温强度和持续时间显著影响山楂叶螨的产卵量和孵化率^[23]。温度是种群预测的重要依据,Kersting 等研究表明,恒温(30 ℃)与变温(25 ℃/30 ℃、30 ℃/35 ℃,12 h:12 h)对棉蚜存活和繁殖的影响不同^[3],本文研究不同高温模式和持续时间如何影响棉蚜的死亡和繁殖,比恒温更接近于田间实际情况,实验结果为提高棉蚜种群预测准确度提供依据。

3.3 高温是导致棉蚜种群崩溃的重要因素

蚜虫往往在仲夏季节出现种群崩溃的现象,并受到众多研究者的关注^[24-26]。引起仲夏蚜虫种群崩溃的研究主要涉及生物因素(植物营养恶化、天敌数量增加以及蚜虫种内竞争)和非生物因素(剧烈天气变化),这些因素引起蚜虫繁殖率降低、死亡率升高和有翅蚜迁飞,从而导致蚜虫种群崩溃^[27-28]。棉花在棉蚜为害胁迫条件下,体内次生代谢物含量上升,从而影响棉蚜的存活和繁殖^[29-30],但其对棉蚜的影响不足以导致棉蚜种群崩溃,且7月中旬是棉花生长的旺盛期,营养丰富充足,棉蚜以黄色蚜为主,董应才等^[31]研究表明棉花受蚜害诱导后使得黄色蚜种群数量增加,所以植物次生代谢物不是仲夏棉蚜种群崩溃的关键影响因子;天敌可在一定程度上抑制棉蚜种群数量,但由于其种群动态滞后于棉蚜且受捕食量限制,天敌在棉蚜种群高峰期及下降期发挥的作用很小^[32-33],不足以在5—7 d内导致棉蚜种群崩溃;剧烈的天气变化尤其是强烈的暴雨和强风,会导致蚜虫的快速大量死亡,但是这些异常的事件无法解释连续多年和多个地点发生的种群崩溃现象^[34]。Basky 等研究表明高温引起麦双尾蚜死亡和迁移从而导致其种群崩溃^[35],新疆大部分地区6—7月的日最高温度可以达到35—40 ℃,吐鲁番地区甚至可以达到45—50 ℃,且棉蚜种群高峰期与高温出现的时间相吻合,本文研究结果表明,38 ℃高温4 h/d持续2 d,棉蚜累计死亡率迅速上升至84.89%,繁殖率不到1头/d,生产中完全可以引起棉蚜种群数量的迅速下降,表明高温是导致棉蚜种群崩溃的关键因素之一。高温对棉蚜有翅蚜形成的影响及其对棉蚜种群崩溃的作用大小有待进一步研究。

仲夏棉蚜种群崩溃是生态控制棉蚜的重要途径,试验表明棉蚜种群与高温及其持续时间呈显著负相关。根据新疆多年的资料表明,在7月中旬,高温大于35 ℃持续5—7 d后棉蚜种群崩溃,根据高温条件建立棉蚜短期预测模型是非常必要的,生产中根据棉蚜发生情况和气候条件科学决策最佳打药时机,对开发防治新策略具有重要意义。

致谢:感谢阜康荒漠生态系统观测试验站为试验提供的支持与帮助。

References:

- [1] Nimbalkar R K, Shinde S S, Wadikar M S, Tawar D S, Muley S P. Effect of constant temperature on development and reproduction of the cotton aphid (*Aphis gossypii*) (Glover) (Hemiptera: Aphididae) on *Gossypium hirsutum* in Laboratory Conditions. *Journal of Ecobiotechnology*, 2010, 2 (8): 29-34.
- [2] Stinner R E, Gutierrez A P, Butler G D, Jr. An algorithm for temperature-dependant growth rate stimulation. *The Canadian Entomology*, 1974, 106(5): 519-524.
- [3] Kersting U, Satar S, Uygun N. Effect of temperature on development rate and fecundity of apterous *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) reared on *Gossypium hirsutum* L. *Journal of Applied Entomology*, 1999, 123(1): 23-27.
- [4] Zhao J Y, Zhang X X, Zhang G X, Chen X F. The ecological conditions related to seasonal population variation of cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. *Acta Ecologica Sinica*, 2001, 21(12): 2045-2050.
- [5] Saleh A, Sengonca C. Effects of different high constant and alternating temperatures on the development and prey consumption of *Dicyphus tamaninii* Wagner (Heteroptera, Miridae) with *Aphis gossypii* Glover (Homoptera, Aphididae) as prey. *Journal of Pest Science*, 2003, 76(5): 118-123.
- [6] Aldyhim Y N, Khalil A F. Influence of temperature and daylength on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1993, 67(2): 167-172.
- [7] Zamani A, Talebi A, Fathipour Y, Baniameri V. Temperature-dependent functional response of two aphid parasitoids, *Aphidius colemani* and

- Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Aphididae), on the cotton aphid. *Journal of Pest Science*, 2006, 79(4): 183-188.
- [8] Ma C S, Hau B, Poehling H M. The effect of heat stress on the survival of the rose grain aphid, *metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae). *European Journal of Entomology*, 2004, 101(2): 327-331.
- [9] Ma C S, Hau B, Poehling H M. Effects of pattern and timing of high temperature exposure on reproduction of the rose grain aphid, *Metopolophium dirhodum*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2004, 110(1): 65-71.
- [10] Davis J A, Radcliffe E B, Ragsdale D W. Effects of high and fluctuating temperatures on *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). *Environmental Entomology*, 2006, 35(6): 1461-1468.
- [11] Liu S S. Introduce a method of rearing aphids: a new method of leaf disc. *Entomological Knowledge*, 1987, 24(2): 113-115.
- [12] Feng M G. The time-dose-mortality modeling technique in replacing conventional probit analysis. *Entomological Knowledge*, 1998, 35(4): 233-237.
- [13] Tang Q Y, Feng M G. *DPS Data Processing System for Practical Statistics*. Beijing: Science Press, 2002: 137-142.
- [14] Preisler H K, Robertson J L. Analysis of time-dose-mortality data. *Journal of Economic Entomology*, 1989, 82(6): 1534-1542.
- [15] Robertson J L, Preisler H K. *Pesticide Bioassays with Arthropods*. Boca Raton: CRC Press, 1992: 1-127.
- [16] Jing J X, Ji X Y, Zeng A P, Chen X Q. Modeling of *Spodoptera litura* nuclear polyhedral virus epidemic at different temperatures. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2006, 17(2): 275-279.
- [17] Liang W, Shi G L, Cheng J, Bu C Y, Jin Y S, Wang Y N, Wang Z Q. Study on Mortality Law of Three Kinds of Acaricidal Active Ingredients Extracted from *Stellera chamaejasme* L. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2011, 27(9): 372-376.
- [18] Wang C S, Fan M Z, Li Z Z. Interactive effect of time-temperature and time-moisture on *Beauveria bassiana* conidia. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 1999, 10(4): 475-477.
- [19] Satar S, Kersting U, Uygun N. Effect of temperature on development and fecundity of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cucumber. *Journal of Pest Science*, 2005, 78(3): 133-137.
- [20] Zamani A A, Talebi A A, Fathipour Y, Baniamiri V. Effect of temperature on biology and population growth parameters of *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae) on greenhouse cucumber. *Journal of Applied Entomology*, 2006, 130(8): 453-460.
- [21] Xia J Y, van der Werf W, Rabbinge R. Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1999, 90(1): 25-35.
- [22] Liu J, Wu K M, Zhao K J, Guo Y Y. The ecological adaptability of *Aphis gossypii* collected from different climate zones to temperature and photoperiod. *Acta Ecologica Sinica*, 2003, 23(5): 863-869.
- [23] Li D X, Zhang X N, Yang Y L, Zhu H W. Effects of high temperature shocks on hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher. *Acta Ecologica Sinica*, 2010, 30(16): 4437-4444.
- [24] Muller C B, Adriaanse I C T, Belshaw R, Godfray H C J. The structure of an aphid-parasitoid community. *Journal of Animal Ecology*, 1999, 68(2): 346-370.
- [25] Weisser W W. Metapopulation dynamics in an aphid-parasitoid system. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 2000, 97(1): 83-92.
- [26] Karley A J, Parker W E, Pitchford J W, Douglas A E. The mid-season crash in aphid populations: why and how does it occur? *Ecological Entomology*, 2004, 29(4): 383-388.
- [27] Jones M G. Abundance of aphids on cereals from before 1973 to 1977. *Journal of Applied Ecology*, 1979, 16(1): 1-22.
- [28] Ba-Angood S A, Stewart R K. Occurrence, development, and distribution of cereal aphids on early and late cultivars of wheat, barley, and oats in southwestern Quebec. *The Canadian Entomologist*, 1980, 112(6): 615-620.
- [29] Liu X M, Yang Q H. The relationships between the physiological and biochemical mechanisms of aphid resistance of cotton and the population dynamics of cotton aphid. *Acta Phytophylacica Sinica*, 1993, 20(1): 25-29.
- [30] Lu Y H, Li X H, Xue W J, Yang H Y, Liu Y, Wang F, Yu Y S, Yang Y Z. Impacts of four biochemicals on population development of *Aphis gossypii* Glover. *Journal of Yangzhou University: Agriculture and Life Sciences Edition*, 2005, 26(3): 83-87.
- [31] Dong Y C, Yan H L, Luo D Q, Feng X J. Influence of injured cotton seedlings by cotton aphids of different density on population parameters of the aphids. *Acta Gossypii Sinica*, 1996, 8(3): 167-170.
- [32] Parker W E, Howard J J, Karley A J, Douglas A E. *Crop Growth Stage and the Phenology of Aphid Populations on Potato*. Brighton: Brighton Crop and Pests Conference, 2000: 955-960.
- [33] Rosenheim J A, Fuson K J, Godfrey L D. *Cotton Aphid Biology, Pesticide Resistance, and Management in the San Joaquin Valley*. San Antonio:

Beltwide Cotton Conferences, 1995; 97-101.

- [34] Cisneros J J, Godfrey L D. Midseason pest status of the cotton aphid (Homoptera: Aphididae) in California cotton: is nitrogen a key factor? *Environmental Entomology*, 2001, 30(3): 501-510.
- [35] Basky Z. Incidence and population fluctuation of *Diuraphis noxia* in Hungary. *Crop Protection*, 1993, 12(8): 605-609.

参考文献:

- [4] 赵静雅, 张孝羲, 张广学, 陈晓峰. 棉蚜种群季节性变异的生态条件. *生态学报*, 2001, 21(12): 2045-2050.
- [11] 刘树生. 介绍一种饲养蚜虫的方法——新的叶子圆片法. *昆虫知识*, 1987, 24(2): 113-115.
- [12] 冯明光. 时间-剂量-死亡率模型取代机率分析技术. *昆虫知识*, 1998, 35(4): 233-237.
- [13] 唐启义, 冯明光. 实用统计分析及其 DPS 数据处理系统. 北京: 科学出版社, 2002: 137-142.
- [16] 蒋杰贤, 季香云, 曾爱平, 陈晓勤. 不同温度下斜纹夜蛾感染核型多角体病毒的流行病模型及模拟. *应用生态学报*, 2006, 17(2): 275-279.
- [17] 梁为, 师光禄, 成军, 卜春亚, 靳永胜, 王有年, 王战全. 瑞香狼毒中 3 种杀螨活性成分的致死规律. *中国农学通报*, 2011, 27(9): 372-376.
- [18] 王成树, 樊美珍, 李增智. 时间-温度、时间-湿度对球孢白僵菌孢子的互作效应. *应用生态学报*, 1999, 10(4): 475-477.
- [22] 刘健, 吴孔明, 赵奎军, 郭予元. 不同地理种群棉蚜对温度和光周期的生态适应性. *生态学报*, 2003, 23(5): 863-869.
- [23] 李定旭, 张晓宁, 杨玉玲, 朱华伟. 高温冲击对山楂叶螨的影响. *生态学报*, 2010, 30(16): 4437-4444.
- [29] 刘旭明, 杨奇华. 棉花抗蚜的生理生化机制及其与棉蚜种群数量消长关系的研究. *植物保护学报*, 1993, 20(1): 25-29.
- [30] 陆宴辉, 李晓慧, 薛文杰, 杨海燕, 刘洋, 王峰, 余月书, 杨益众. 4 种生物物质对棉蚜实验种群增长的影响. *扬州大学学报: 农业与生命科学版*, 2005, 26(3): 83-87.
- [31] 董应才, 阎海林, 罗都强, 冯小军. 不同受害程度的棉株对棉蚜种群的影响. *棉花学报*, 1996, 8(3): 167-170.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 32, No. 23 December, 2012 (Semimonthly)

CONTENTS

Maternal thermoregulation during gestation affects the phenotype of hatchling Chinese skinks (*Eumeces chinensis*): testing the maternal manipulation hypothesis LI Hong, ZHOU Zongshi, WU Yanqing, et al (7255)

Effects of conspecific and interspecific interference competitions on cache site selection of Siberian chipmunks (*Tamias sibiricus*) SHEN Zhen, DONG Zhong, CAO Lingli, et al (7264)

Characterization of ammonia volatilization from polluted river under aeration conditions: a simulation study LIU Bo, WANG Wenlin, LING Fen, et al (7270)

Diurnal activity patterns and environmental factors on behaviors of Bar-headed Geese *Anser indicus* wintering at Caohai Lake of Guizhou, China YANG Yanfeng, ZHANG Guogang, LU Jun, et al (7280)

Impacts of snow cover change on soil water-heat processes of swamp and meadow in Permafrost Region, Qinghai-Tibetan Plateau CHANG Juan, WANG Gengxu, GAO Yongheng, et al (7289)

Spatial-temporal changes of urban patch wetlands in Changsha, China GONG Yingbi, JING Lei, PENG Lei, et al (7302)

Modeling of carbon and water fluxes of Qianyanzhou subtropical coniferous plantation using model-data fusion approach REN Xiaoli, HE Honglin, LIU Min, et al (7313)

Ecological compensation standard for controlling nitrogen non-point pollution from farmland: a case study of Yixing City in Jiang Su Province ZHANG Yin, ZHOU Yuchen, SUN Hua (7327)

Static toxicity evaluation of chemical wastewater by PFU microbial communities method LI Zhaoxia, ZHANG Yuguo, LIANG Huixing (7336)

Emergy evaluation of an agro-circulation system in Beijing suburb: take Jianyan village as a case study ZHOU Liandi, HU Yanxia, WANG Yazhi, et al (7346)

Research on the cooling effect of Xi'an parks in summer based on remote sensing FENG Xiaogang, SHI Hui (7355)

The dynamics of spatial and temporal changes to forested land and key factors driving change on Hainan Island WANG Shudong, OUYANG Zhiyun, ZHANG Cuiping, et al (7364)

Impact of different sowing dates on green water footprint of maize in western Jilin Province QIN Lijie, JIN Yinghua, DUAN Peili (7375)

The dynamic variation of maize (*Setaria mays* L.) population growth characteristics under cultivars-intercropped on the Loess Plateau WANG Xiaolin, ZHANG Suiqi, WANG Shuqing, et al (7383)

Effect of different planting methods on root-shoot characteristics and grain yield of summer maize under high densities LI Zongxin, CHEN Yuanquan, WANG Qingcheng, et al (7391)

Heavy metal contaminant in development process of artificial biological Soil Crusts in sand-land XU Jie, AO Yanqing, ZHANG Jingxia, et al (7402)

Effects of enhanced UV-B radiation and nitrogen on photosynthetic pigments and non-enzymatic protection system in leaves of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) Beauv.) FANG Xing, ZHONG Zhangcheng (7411)

Photosynthetic response of different ecotype of *Illicium lanceolatum* seedlings to drought stress and rewatering CAO Yonghui, ZHOU Benzhi, CHEN Shuanglin, et al (7421)

Seasonal variations in the stems of *Larix principis-rupprechtii* at the treeline of the Luya Mountains DONG Manyu, JIANG Yuan, WANG Mingchang, et al (7430)

Influence of terrain on plant biomass estimates by remote sensing: a case study of Guangzhou City, China SONG Weiwei, GUAN Dongsheng, WANG Gang (7440)

Effects of exponential fertilization on biomass allocation and root morphology of *Catalpa bungei* clones WANG Lipeng, YAN Ziyi, LI Jiyue, et al (7452)

Effects of fire damages on *Larix gmelinii* radial growth at Tahe in Daxing'an Mountains, China WANG Xiaochun, LU Yongxian (7463)

A model for water consumption by mountain jujube pear-like XIN Xiaogui, WU Pute, WANG Youke, et al (7473)

Specificity of photosystems function change of two kinds of overwintering broadleaf evergreen plants ZHONG Chuanfei, ZHANG Yuntao, WU Xiaoying, et al (7483)

- Effects of drought on fluorescence characteristics of photosystem II in leaves of *Ginkgo biloba* WEI Xiaodong, CHEN Guoxiang, SHI Dawei, et al (7492)
- Numerical classification and ordination of forest communities in habitat of Sichuan Snub-nosed Monkey in Hubei Shennongjia National Nature Reserve LI Guangliang, CONG Jing, LU Hui, et al (7501)
- Impact of inorganic anions on the cadmium effective fraction in soil and its phytoavailability during salinization in alkaline soils WANG Zuwei, YI Liangpeng, GAO Wenyan, et al (7512)
- Photosynthetic adaptability of the resistance ability to weak light of 2 species *Spiraea* L. LIU Huimin, MA Yanli, WANG Baichen, et al (7519)
- Fine root longevity and controlling factors in a *Phoebe Bournei* plantation ZHENG Jinxing, HUANG Jinxue, WANG Zhenzhen, et al (7532)
- Analysis on spatial structure and scenarios of carbon dioxide emissions from tourism transportation XIAO Xiao, ZHANG Jie, LU Junyu, et al (7540)
- The hydrological response to human activities in Guishui River Basin, Beijing LIU Yuming, ZHANG Jing, WU Pengfei, et al (7549)
- Socio-economic impacts of under-film drip irrigation technology and sustainable assessment: a case in the Manas River Basin, Xinjiang, China FAN Wenbo, WU Pute, MA Fengmei (7559)
- Effects of pattern and timing of high temperature exposure on the mortality and fecundity of *Aphis gossypii* Glover on cotton GAO Guizhen, LÜ Zhaozhi, XIA Deping, et al (7568)
- Physiological responses of *Eucalyptus* trees to infestation of *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle WU Yaojun, CHANG Mingshan, SHENG Shuang, et al (7576)
- Carbon storage capacity of a *Betula alnoides* stand and a mixed *Betula alnoides* × *Castanopsis hystrix* stand in Southern Subtropical China: a comparison study HE Youjun, QIN Lin, LI Zhiyong, et al (7586)
- Distribution and ecological risk assessment of 7 heavy metals in urban forest soils in Changsha City FANG Xi, TANG Zhijuan, TIAN Dalun, et al (7595)
- Review and Monograph**
- The relationship between humans and the environment at the urban-rural interface: research progress and prospects HUANG Baorong, ZHANG Huizhi (7607)
- Flux footprint of carbon dioxide and vapor exchange over the terrestrial ecosystem: a review ZHANG Hui, SHEN Shuanghe, WEN Xuefa, et al (7622)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是中国生态学学会主办的生态学专业性高级学术期刊,创刊于 1981 年。主要报道生态学研究原始创新性科研成果,特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评介和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

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 32 卷 第 23 期 (2012 年 12 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 32 No. 23 (December, 2012)

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:100071	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:100071 电话:(010)64034563 E-mail:journal@espg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@espg.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