

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第2期 Vol.33 No.2 **2013**

中国生态学会
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 33 卷 第 2 期

2013 年 1 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 岩溶山区水分时空异质性及植物适应机理研究进展..... 陈洪松, 聂云鹏, 王克林 (317)
- 红树林植被对大型底栖动物群落的影响 陈光程, 余 丹, 叶 勇, 等 (327)
- 淡水湖泊生态系统中砷的赋存与转化行为研究进展..... 张 楠, 韦朝阳, 杨林生 (337)
- 纳米二次离子质谱技术(NanoSIMS)在微生物生态学研究中的应用 胡行伟, 张丽梅, 贺纪正 (348)
- 城市系统碳循环: 特征、机理与理论框架 赵荣钦, 黄贤金 (358)
- 城市温室气体排放清单编制研究进展..... 李 晴, 唐立娜, 石龙宇 (367)

个体与基础生态

- 科尔沁沙地家榆林的种子散布及幼苗更新..... 杨允菲, 白云鹏, 李建东 (374)
- 环境因子对木棉种子萌发的影响 郑艳玲, 马焕成, Scheller Robert, 等 (382)
- 五花米草与短叶荳蔻落物分解过程中碳氮磷化学计量学特征 欧阳林梅, 王 纯, 王维奇, 等 (389)
- 性别、季节和体型大小对吐鲁番沙虎巢域的影响 李文蓉, 宋玉成, 时 磊 (395)
- 遮蔽行为对海刺猬摄食、生长和性腺性状的影响..... 罗世滨, 常亚青, 赵 冲, 等 (402)
- 水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟对温度的反应 廖怀建, 黄建荣, 方源松, 等 (409)

种群、群落和生态系统

- 亚热带不同林分土壤表层有机碳组成及其稳定性 商素云, 姜培坤, 宋照亮, 等 (416)
- 禁牧条件下不同类型草地群落结构特征 张鹏莉 陈 俊 崔树娟, 等 (425)
- 高寒退化草地狼毒与赖草种群空间格局及竞争关系 任 珩, 赵成章 (435)
- 小兴安岭 4 种典型阔叶红松林土壤有机碳分解特性 宋 媛, 赵溪竹, 毛子军, 等 (443)
- 新疆富蕴地震断裂带植被恢复对土壤古菌群落的影响 林 青, 曾 军, 张 涛, 等 (454)
- 长期施肥对紫色土农田土壤动物群落的影响 朱新玉, 董志新, 况福虹, 等 (464)
- 潮虫消耗木本植物凋落物的可选择性试验 刘 燕, 廖允成 (475)
- 象山港网箱养殖对近海沉积物细菌群落的影响 裘琼芬, 张德民, 叶仙森, 等 (483)
- 2005 年夏季东太平洋中国多金属结核区小型底栖生物研究 王小谷, 周亚东, 张东声, 等 (492)
- 川西亚高山典型森林生态系统截留水文效应 孙向阳, 王根绪, 吴 勇, 等 (501)

景观、区域和全球生态

- 中国水稻生产对历史气候变化的敏感性和脆弱性 熊 伟, 杨 婕, 吴文斌, 等 (509)
- 1961—2005 年东北地区气温和降水变化趋势 贺 伟, 布仁仓, 熊在平, 等 (519)
- 地表太阳辐射减弱和臭氧浓度增加对冬小麦生长和产量的影响 郑有飞, 胡会芳, 吴荣军, 等 (532)

资源与产业生态

- 基于环境卫星数据的黄河湿地植被生物量反演研究 高明亮, 赵文吉, 官兆宁, 等 (542)
- 黄土高原南麓县域耕地土壤速效养分时空变异 陈 涛, 常庆瑞, 刘 京, 等 (554)

不同水稻栽培模式下小麦秸秆腐解特征及对土壤生物学特性和养分状况的影响..... 武 际,郭熙盛,鲁剑巍,等 (565)

施氮时期对高产夏玉米光合特性的影响 吕 鹏,张吉旺,刘 伟,等 (576)

城乡与社会生态

城市景观组分影响水质退化的阈值研究 刘珍环,李正国,杨 鹏,等 (586)

长株潭地区生态可持续性 戴亚南,贺新光 (595)

外源 NO 对镉胁迫下水稻幼苗抗氧化系统和微量元素积累的影响 朱涵毅,陈益军,劳佳丽,等 (603)

达里诺尔湖沉积物中无机碳的形态组成 孙园园,何 江,吕昌伟,等 (610)

绿洲土 Cd、Pb、Zn、Ni 复合污染下重金属的形态特征和生物有效性 武文飞,南忠仁,王胜利,等 (619)

柠檬酸和 EDTA 对铜污染土壤环境中吊兰生长的影响 汪楠楠,胡 珊,吴 丹,等 (631)

研究简报

海州湾生态系统服务价值评估 张秀英,钟太洋,黄贤金,等 (640)

内蒙古羊草群落、功能群、物种变化及其与气候的关系 谭丽萍,周广胜 (650)

氮磷供给比例对长白落叶松苗木磷素吸收和利用效率的影响 魏红旭,徐程扬,马履一,等 (659)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 352 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 38 * 2013-01



封面图说: 科尔沁沙地榆树——榆树疏林草原属温带典型草原地带,适应半干旱半湿润气候的隐域性沙地顶级植物群落,具有极强的适应性、稳定性,生物产量较高。在我国仅见于科尔沁沙地和浑善达克沙地。是防风固沙、保护沙区生态环境和周边土地资源的一种重要的植物群落类型,是耐旱沙生植物的重要物种基因库和荒漠野生动物的重要避难所和栖息地。这些年来,由于人类毁林开荒、过度放牧、甚至片面地建立人工林群落等的干扰,不同程度地破坏了榆树疏林的生态环境,影响了其特有的生态作用。

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

DOI: 10.5846/stxb201111221785

廖怀建, 黄建荣, 方源松, 刘向东. 水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟对温度的反应. 生态学报, 2013, 33(2): 0409-0415.

Liao H J, Huang J R, Fang Y S, Liu X D. Biological response of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) reared on rice and maize seedling to temperature. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(2): 0409-0415.

水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟对温度的反应

廖怀建, 黄建荣, 方源松, 刘向东*

(南京农业大学植物保护学院/农作物生物灾害综合治理教育部重点实验室, 南京 210095)

摘要: 比较了水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟在不同温度下的存活、生长发育与繁殖情况。结果表明, 在 24 °C 和 27 °C 下, 稻纵卷叶螟在玉米苗上的发育速率要比在水稻上的慢 1—3 d; 33 °C 不会抑制水稻上饲养幼虫的生长发育, 但玉米苗上饲养的幼虫在 30 °C 时就受到了抑制, 且在 33 °C 下不能发育到成虫。水稻上饲养时, 稻纵卷叶螟各阶段的存活率在 27—33 °C 间无显著差异, 且 36 °C 时死亡率很高, 只有部分幼虫可发育到预蛹阶段; 但是玉米苗上饲养时, 稻纵卷叶螟在 33 °C 下的存活率显著低于 21—30 °C, 36 °C 下幼虫不能发育到 2 龄。水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟的产卵量均表现为在 24 °C 和 27 °C 条件下最高; 在 30 °C 和 33 °C 条件下, 水稻上饲养出的成虫能产少量卵, 而玉米苗上饲养出的成虫却不能产卵。水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟卵的孵化率均在 27 °C 下最高, 且两寄主间无显著差异; 玉米苗上饲养所得的卵在 33 °C 和 36 °C 下均不能孵化, 而水稻上的则少量能孵化。水稻上饲养的稻纵卷叶螟相对要比玉米苗上饲养的耐高温。在 24—27 °C 下用玉米苗饲养的稻纵卷叶螟除历期有所延长外, 其它生物学特性与用水稻饲养的无显著差异。

关键词: 稻纵卷叶螟; 温度; 水稻; 玉米苗; 生长发育; 存活; 繁殖

Biological response of the rice leaf folder *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) reared on rice and maize seedling to temperature

LIAO Huaijian, HUANG Jianrong, FANG Yuansong, LIU Xiangdong*

Key Laboratory of Integrated Management of Crop Diseases and Pests, Ministry of Education, College of Plant Protection, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China

Abstract: The rice leaf folder (RLF) *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) is one of the most important insect pests which has caused large amounts of yield loss of rice in recent years. *C. medinalis* has many recorded host plants, but the fitness of *C. medinalis* on some main host plants, such as rice and maize, was unclear. Moreover, the biological response of *C. medinalis* reared on different host plants to high temperature was little known. In order to identify the temperature requirements of the rice leaf folder, the development, survival, fecundity and hatch rate of *C. medinalis* reared on rice and maize seedlings were measured under different temperatures (20—36 °C) in this study.

The results showed that the duration from birth of larvae to emergence of adults on rice was 24.9, 20.1, and 19.4 days at 24, 27, and 30 °C, respectively, whereas on maize seedlings, it was 28.3, 21, and 20.1 days, respectively. The developmental rate of *C. medinalis* reared on maize seedlings was 1—3 days slower than that on rice under 24 °C or 27 °C, which mainly resulted from the lower developmental rate of the pupae stage. The average longevity of adults reared on maize seedlings at 24 °C and 27 °C was 10.4 days and 7.6 days, respectively, which was significant longer than that on rice. The development of larvae reared on rice was not inhibited at 33 °C, and the larvae could grow into adults. However, the development of larvae on maize seedlings was significantly inhibited at 33 °C, and none of the larvae developed into pupae.

基金项目: 农业公益性行业科研专项(200903051)

收稿日期: 2011-11-22; 修订日期: 2012-08-20

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: liuxd@njau.edu.cn

The survival of *C. medinalis* on rice was not significantly different between 27 and 33°C, whereas the mortality was very high when the temperature increased up to 36°C, and only a few larvae grew into prepupae. However, the survival of *C. medinalis* larvae on maize at 33°C was lower than that at 21—30°C, and at 36°C they failed to develop to the 2nd instar.

Fecundity of *C. medinalis* was highest at 24°C and 27°C: on rice, averages of 189 and 155 eggs per female, respectively, and on maize, 196 and 170 eggs per female, respectively. *C. medinalis* could lay a few eggs at 30°C and 33°C when reared on rice, and the average number of eggs per female was 35.6 ± 2.6 and 15.6 ± 3.8 , respectively. However, no eggs were laid when the larvae were reared on maize seedlings at 30°C and 33°C. Hatch rate of eggs was highest at 27°C, up to 75%, and there was no significant difference at this temperature between the rice and maize seedlings. At 33°C and 36°C, no eggs hatched on maize seedlings, but about 25% and 7% of eggs on rice could hatch, respectively. The results of the present study indicate that *C. medinalis* can be reared well on both rice and maize seedlings, and the capacity of *C. medinalis* reared on rice to tolerate high temperature stress is higher than that on maize seedlings. The biological features of *C. medinalis* reared on maize seedlings at 24 and 27°C were not significantly different from those on rice with the exception of slower development.

Key Words: *Cnaphalocrocis medinalis*; temperature; rice; maize seedling; development; survival; fecundity

稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) 是水稻上的一种重要害虫, 主要分布在南亚、东亚以及大洋洲和东非等地区^[1-4]。在我国, 该虫在 1969—1977、1980—1983、1988—1991 和 2003 年至今多次暴发成灾, 严重影响了我国的粮食生产^[5-6]。温度和寄主在昆虫种群发展中起着重要的作用。稻纵卷叶螟的寄主范围较广, 除水稻外, 还有大麦、小麦、甘蔗、玉米、粟等作物, 以及游草、稗草、双穗雀稗、马唐、狗尾草、蟋蟀草、茅草、芦苇等杂草。在水稻以外的其它寄主上, 稻纵卷叶螟的生物学特性如何, 其对温度的反应怎样? 国内外还少研究。

不同水稻品种会影响稻纵卷叶螟幼虫和蛹的存活率、蛹重、成虫产卵前期、产卵期、寿命、繁殖力以及种群趋势指数, 但对幼虫发育历期影响不大^[7-11]。日本的 Shono 和 Hirano 报道可用玉米苗饲养稻纵卷叶螟^[12]。通过反复试验, 掌握了用玉米苗在室内继代饲养稻纵卷叶螟的方法, 但玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟对温度的反应如何? 现还没有研究报道。因此, 本文比较了稻纵卷叶螟在水稻和玉米苗上饲养时, 不同温度下种群的存活率、发育与繁殖情况, 以期摸清该虫在水稻和玉米苗上生活时对温度的反应与要求, 明确寄主植物对稻纵卷叶螟的影响。

1 材料与方法

1.1 实验材料

1.1.1 供试虫源

稻纵卷叶螟幼虫于 2010 年 9 月采于南京稻田, 在室内用稻叶在保鲜盒内饲养, 即在白色保鲜盒 (20 cm×12 cm) 底部垫一层吸水纸, 然后铺上 2—3 层水稻叶; 再把采集回来的幼虫接在所铺稻叶上, 盖上 2—3 层水稻叶, 并将保鲜盒用纱布封严。所采幼虫饲养到成虫后, 在分蘖期水稻上交配产卵, 其后代作为供试虫源。

1.1.2 寄主植物

水稻 (籼稻 K 优 818, 南京农业大学南京神州种业有限公司生产) 在实验田生长到 4 叶 1 心时移至室内钵中 ($D_{\text{上底}}$: 12 cm, $D_{\text{下底}}$: 8 cm, $H_{\text{高}}$: 10 cm), 用营养土 (购自镇江兴农有机肥有限公司) 栽培, 选取生长健壮的稻株进行稻纵卷叶螟的接虫试验。

玉米 (苏玉 24, 南京农业大学南京神州种业有限公司生产) 播种于盛满湿润营养土的塑料盒 (25.2 cm×17.5 cm×12.0 cm) 内, 在 30 °C 光照培养箱中, 播种 7—8 d 后长至 7—9 cm 即可用于稻纵卷叶螟的接虫试验。

1.2 不同温度下稻纵卷叶螟在水稻上的生命表的组建

将成虫产在水稻叶上的卵计数后, 分别连稻株放入 24、27、30、33、36 °C 的光照培养箱中 (光照周期为

L:D=14:10,湿度 RH 为 85% 左右),并在稻株边添栽 3—4 株新的水稻苗,供孵化后幼虫取食。

当幼虫孵化时,记录初孵幼虫数,同时将各温度下的幼虫平均分到 10 盆水稻上,并罩上用纱布封口的塑料罩。每盆水稻接 10 头幼虫作为生命表的起始虫量,每温度做 10 次重复。不过,由于在 36 ℃ 下,孵化幼虫较少,因此,该温度仅有 5 个重复。接虫后,每 2 d 调查一次,记录各龄幼虫的存活数,并在受害水稻旁,栽上 4 株相同生育期的新水稻苗,以供幼虫继续取食。幼虫化蛹时,每天调查 1 次,并记录蛹个数,同时,将蛹放在底部放有湿润脱脂棉的带盖塑料杯中(9.2 cm×6.5 cm×6.7 cm),每天 8:00 查看并记录羽化成虫数和性别。

成虫羽化后,将每一个温度下羽化的成虫接到分蘖期的盆栽水稻上进行交配产卵,并用塑料罩将水稻罩住,保持稻叶弯曲下垂,以便成虫产卵。每盆水稻接 3 对成虫,每天调查水稻叶片上的卵粒数并将成虫转移到新稻株上产卵,直到成虫死亡为止。待卵孵化后,记数孵化虫量,作为第二代的起始虫量。第二代各温度下的生命表按以上相同的方法组建。由于第一代在 33 ℃ 和 36 ℃ 下所产的卵量较少或不产卵,因此,第二代生命表只在 24、27 ℃ 和 30 ℃ 3 个温度处理下完成。另外,由于成虫在稻株上产卵不易控制和计数,第二代成虫的交配与产卵改在作者自制的塑料杯产卵装置中进行,每装置放 3—4 对成虫。成虫在该装置中交配并产卵于封盖的塑料膜上,这样便于卵的计数和收集。每天调查塑料膜上的卵粒数,并更换封盖膜,直到成虫死亡为止。

1.3 不同温度下稻纵卷叶螟在玉米上的生命表的组建

选取在玉米苗上饲养 3 代的稻纵卷叶螟成虫,将其在 27 ℃ 下所产卵粒,计数后平均分配到 21、24、27、30、33 和 36 ℃ (光照周期为 L:D=14:10,湿度为 85% 左右)下的带罩笼的盆栽玉米苗上,每盆 12 株玉米苗,各温度共 10 个重复。待幼虫孵化后每 3—5 d 更换 1 次玉米苗,并在此时调查各龄幼虫的存活数。当幼虫化蛹后,记录蛹的个数。蛹的保持和成虫的交配产卵均按水稻上第二世代生命表方法进行。

由于卵粒在 33 ℃ 和 36 ℃ 下分别在第 4 天和第 3 天开始变黄,到第 7 天变黑,但没有卵能孵化,所以这两个温度下的生命表的起始幼虫均来自于 27 ℃ 下孵化的初孵幼虫,33 ℃ 和 36 ℃ 下的生命表分别做 6 个和 8 个重复。

由于初孵幼虫躲在玉米苗心叶中,不易调查,所以卵在不同温度下的孵化率改在烧杯中进行。挑选玉米上饲养的成虫产在塑料膜上的卵,计数后连膜放在塑料烧杯中,烧杯底部垫上一层用清水湿润的脱脂棉保湿,然后将烧杯置于各温度下待幼虫孵化,从而获得孵化幼虫数和卵历期。

1.4 数据计算与统计方法

由于每温度处理下的各重复均将 10 头以上幼虫群体饲养,因此各温度下幼虫历期由卵孵高峰与蛹高峰间的时间差来估计。蛹和成虫历期均是单个计数,其历期由其所经历的天数来计算。各虫期和虫态的存活率由完成该发育阶段的个体数与起始幼虫数的比值来估计。每雌产卵量由 3—4 头雌虫所产总卵量的平均值来估计。卵孵化率由初孵幼虫数与起始卵量的比值来估计。稻纵卷叶螟的各虫态的发育历期、成虫寿命、存活率、产卵量和卵孵化率在不同温度间的差异显著性采用 Duncan's 多重比较,相同温度下不同寄主间的比较采用 t 测验。各统计分析均在 SAS9.0 中进行。

2 结果与分析

2.1 不同温度下稻纵卷叶螟在水稻和玉米上的发育历期及成虫寿命

不同温度下稻纵卷叶螟的发育在水稻和玉米苗上存在一定的差异,表现为水稻上幼虫能在 33 ℃ 下发育到成虫,而在玉米上则不能发育到成虫,测试的 64 头初孵幼虫仅有 3 头发育到了蛹期,大部分幼虫在 1—2 龄时死亡。36 ℃ 下水稻上饲养的幼虫部分能发育到 3 龄,并且 55 头幼虫中有 1 头发育到了预蛹;但在玉米上所接的初孵幼虫 4 d 内全部死亡,不能发育到 2 龄。在 24—30 ℃ 下,幼虫期、产卵前期和产卵期在水稻和玉米苗上无显著差异,但在 24 ℃ 和 27 ℃ 下,玉米苗上的蛹期和成虫期分别比水稻上的长 2 d 和 3 d,表现出在适宜温度下,在玉米苗上的稻纵卷叶螟发育速率要比水稻上的慢。另外,33 ℃ 的高温不会抑制水稻上饲养的稻纵卷叶螟幼虫的发育速率,但是在玉米上饲养时 30 ℃ 下幼虫的历期就开始延长(表 1)。

表 1 不同温度下稻纵卷叶螟在水稻和玉米苗上的发育历期/d

Table 1 Lifespan of RLF on rice and maize under different temperatures

虫态 Stages	水稻 Rice				玉米 Maize				
	24 ℃	27 ℃	30 ℃	33 ℃	21 ℃	24 ℃	27 ℃	30 ℃	33 ℃
幼虫 Larvae	17.5±0.85a	14.1±0.88b	13.5±0.85b	11.9±0.88c	22.4±2.18a	17.7±2.03b	12.7±1.03c	13.6±1.17c	NF
蛹 Pupae	7.4±0.96a	6.0±0.90b	5.9±0.70b	4.9±1.12c	12.5±0.78a	10.6±0.96b**	8.3±1.20c**	6.6±0.66d	NF
成虫 Adult	6.43±1.50a	4.46±1.26b	4.44±0.96b	3.70±1.39b	7.75±1.98b	10.36±2.93a**	7.56±2.79b**	4.03±2.17c	NF
产卵前期 Preoviposition	4.28±0.47a	4.31±1.11a	4.57±0.51a	4.70±1.16a	3.8±1.34a	3.2±0.59b	3.65±0.74ab	NF	NF
产卵期 Oviposition	6.00±1.18a	2.31±0.63b	2.21±0.42bc	1.50±0.53c	3.6±1.55b	6.2±1.95a	4.6±2.01b	NF	NF

NF 表示不能完成该阶段的发育; NF means not finishing this developmental stage; 数据后不同小写字母表示相同寄主上不同温度下的历期差异显著; * * 表示相同温度下不同寄主间差异极显著

2.2 不同温度下稻纵卷叶螟在水稻和玉米苗上的存活率

由图 1 可知,水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟的存活率对温度的反应存在较大的差异,表现为:在水稻上饲养第一代时,24 ℃下的存活率最高,27、30、33 ℃下的次之,而 36 ℃下的最低;但在 24—30℃下连续饲养第二代时,27 ℃和 30 ℃下的存活率要高于 24 ℃。在玉米苗上饲养时,24 ℃的最高,21、27、30 ℃的居中,33 ℃和 36 ℃下幼虫死亡率均很高。水稻上饲养的稻纵卷叶螟相对要耐高温,33 ℃对幼虫、蛹和成虫的存活没有影响,世代存活率与 27 ℃和 30 ℃下的相同;36 ℃下有 35%左右的幼虫可发育到 3 龄,5%左右的可发育到 4 龄。而玉米上饲养时相对不耐高温,33 ℃下 1 龄幼虫的存活率只在 35%左右,2 龄时不到 20%,仅 5%左右的个体可发育到蛹,但没有个体能发育到成虫;而 36 ℃高温下,所有一龄幼虫均不能存活(图 1)。由图 1 B 和 C 可知,21—30 ℃下稻纵卷叶螟均能在玉米苗上完成其整个世代,并且其存活率并不比在水稻上连续饲养

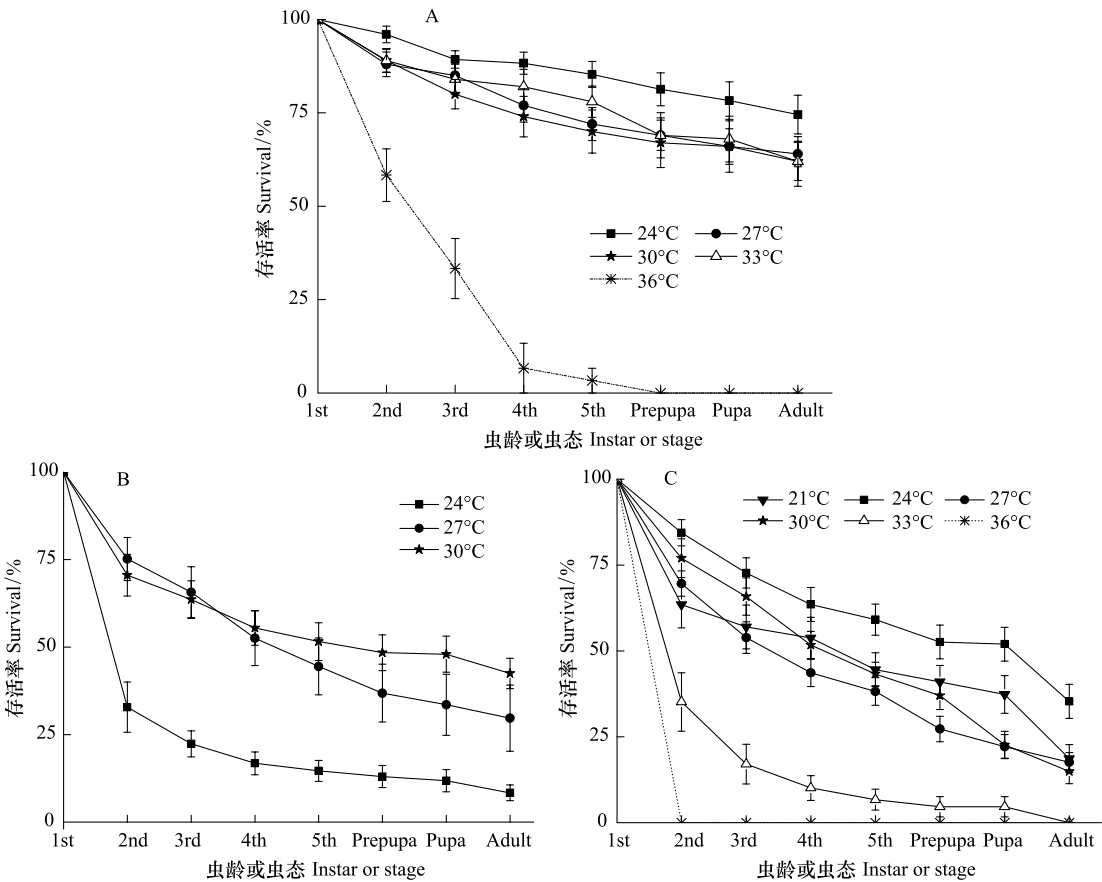


图 1 不同温度下稻纵卷叶螟在水稻上第一代(A)、水稻上第二代(B)和玉米(C)上的存活率

Fig. 1 Survival of RLF under different temperatures on rice (A and B) and maize (C)

两代时的低。

2.3 水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟在不同温度下的繁殖力

如图2可知,温度和寄主对成虫产卵均有显著影响。水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟成虫的产卵量均表现为24℃和27℃最高,24℃下水稻和玉米上的分别为189粒/雌和196粒/雌,27℃下分别为155粒/雌和170粒/雌,而温度高于30℃时产卵量很低。水稻上饲养第一代时的产卵量不高,但饲养第二代时采用了改进的交配产卵装置后产卵量在24℃下显著提高,而在27℃下每雌平均产卵量虽高于第一代,但无显著差异(24℃: $t=3.09$, $df=16$, $P=0.0007$; 27℃: $t=0.87$, $df=18$, $P=0.3943$),而在30℃下与第一代无显著差异($t=0.40$, $df=43$, $P=0.6878$)。在玉米苗上饲养时,21℃到27℃下饲养出的成虫均可以产卵,并且24℃和27℃下的显著高于21℃下的($F=16.25$, $df=74$, $P<0.0001$),但是在30℃下饲养出的成虫均不能产卵。在24℃和27℃下,水稻上饲养二代的成虫与玉米苗上饲养的成虫在产卵量上无显著差异(24℃: $t=0.29$, $df=55$, $P=0.7755$; 27℃: $t=0.46$, $df=34$, $P=0.6467$)。

2.4 水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟卵在不同温度下的孵化率

水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟卵的孵化率均在27℃下最高,并且在该温度下两寄主上的孵化率无显著差异($t=0.60$, $df=15$, $P=0.5601$),但在24℃下,玉米苗上饲养的孵化率要显著高于水稻上的($t=4.68$, $df=18$, $P=0.0003$),而当温度高于27℃时,水稻上饲养的孵化率要显著高于玉米苗上饲养的(30℃: $t=4.81$, $df=17$, $P=0.0002$; 33℃: $t=2.23$, $df=14$, $P=0.0423$; 36℃: $t=2.14$, $df=14$, $P=0.05$)。水稻上饲养出的成虫所产卵在33℃下有25%左右能孵化,但玉米上饲养的成虫所产卵在33℃下均不能孵化。水稻上饲养得到的卵在36℃有6%左右能孵化,而玉米苗上饲养的全部不能孵化(图3)。由此表明,水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟对高温的适应力不同。

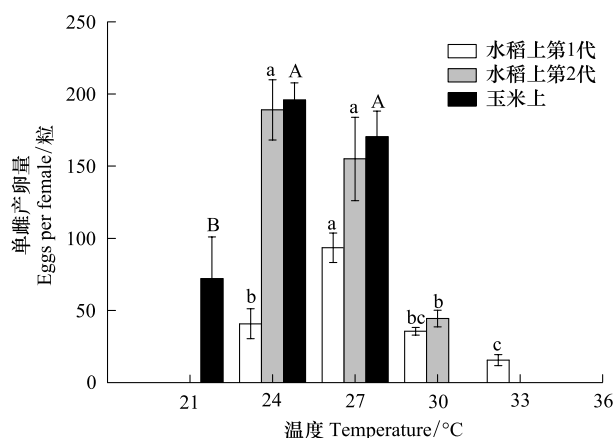


图2 水稻和玉米苗上饲养出的稻纵卷叶螟成虫在不同温度下的产卵量

Fig.2 Eggs per female of RLF reared on rice and maize under different temperatures

不同小写字母表示水稻上同一代次中不同温度下单雌产卵量差异显著;不同大写字母表示玉米上不同温度下单雌产卵量差异显著

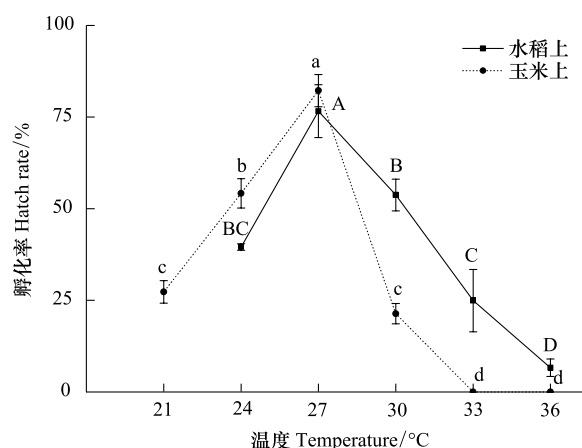


图3 水稻和玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟卵在不同温度下的孵化率

Fig.3 Hatchability of RLF feeding on rice and maize under different temperatures

不同大写字母表示水稻上饲养时不同温度间孵化率差异显著;不同小写字母表示玉米上饲养时不同温度间孵化率差异显著

3 结论与讨论

本研究表明稻纵卷叶螟可以在玉米苗上存活,且在21—30℃下能完成其完整的世代;幼虫到成虫的存活率和成虫产卵的最适温度在24℃左右,卵孵化的最适温度在27℃左右。在24℃下,玉米苗上饲养的存活率要高于水稻上的。利用作者改进的塑料杯产卵装置时,24℃和27℃下用玉米苗和水稻饲养出的成虫在产卵量上无显著差异,并且产卵量均较高,达到了150粒/雌以上。前人的研究发现,在自然条件下稻纵卷叶螟的

平均每雌产卵量为 152.5 粒^[13]。由此说明,在室内用玉米苗饲养稻纵卷叶螟是完全可行的。作者已在室内用玉米苗连续饲养了 12 代,还未发现稻纵卷叶螟种群有不良的表现。

昆虫的发育速率、生殖力、死亡率及寿命等在不同寄主间及温度下会存在较大差异^[14-18]。本研究得出,玉米苗和水稻上饲养的稻纵卷叶螟在生长发育、存活和繁殖上对温度的反应也存在一定的差异。水稻上饲养的幼虫能够在 33 ℃ 下发育到成虫,而玉米上的幼虫在该温度下不能发育到成虫;36 ℃ 下水稻上饲养的幼虫能发育到 3 龄,但在玉米上所接的初孵幼虫 4d 内全部死亡,不能发育到 2 龄。在适宜温度下,玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟的发育速率要比水稻上的稍慢。因此,利用玉米苗饲养时,宜选择相对较低的温度,如 24 ℃ 或 27 ℃,而利用水稻饲养时 24—30 ℃ 下均可。

玉米苗饲养的稻纵卷叶螟对高温的耐受性不如水稻上饲养的。水稻上饲养的稻纵卷叶螟相对要喜好偏高的温度,而玉米上饲养的要相对喜好偏低的温度。33 ℃ 的高温不会抑制水稻上饲养的幼虫的发育速率,但是在玉米上饲养时 30 ℃ 下幼虫的历期就开始延长。36 ℃ 时水稻上饲养的存活率显著降低,而玉米苗上饲养的在 33 ℃ 时则显著降低。水稻上的卵在 36 ℃ 下仍有部分能孵化,而玉米苗上的卵在 33 ℃ 下则没有能孵化的。玉米苗上 30 ℃ 下饲养出的成虫不能产卵,但水稻上 33 ℃ 下饲养出的成虫虽然产卵量下降,但还有卵产生。不过,33 ℃ 下用水稻苗饲养的成虫所产的卵都不能孵化;玉米苗上,30 ℃ 下饲养的虽有成虫羽化,但都不能产卵。吴进才和张孝羲的研究表明,在 20、23、26、29、32 ℃ 5 种温度下的稻纵卷叶螟成虫的产卵量以 26 ℃ 为最高,29 ℃ 以上的高温对成虫产卵影响较大^[19]。庞雄飞和梁广文认为在适宜的湿度条件下,成虫的产卵量与温度的关系较为密切,适宜的温度范围是 20—28 ℃,其中在 22—26 ℃ 之间产卵量最高,平均达 95.5—98.3 粒/雌;在 20 ℃ 以下,产卵量随温度下降而减少;在 28 ℃ 以上,随着温度的上升,产卵量急剧下降,在 10 ℃ 和 34 ℃ 左右,产卵量已趋近于零^[20]。本研究的结果与前人的相一致。同时,本研究进一步明确了玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟对温度的反应特点,为稻纵卷叶螟的饲养提供了重要的生物学参数。

玉米苗和水稻上饲养的稻纵卷叶螟对温度反应的差异,是由于所利用的寄主植物不同所致,因为两寄主上饲养的稻纵卷叶螟来源于同一种群,其遗传背景相同。玉米苗上饲养的稻纵卷叶螟不如水稻上饲养的耐高温,这可能是玉米苗中的营养成份影响了该虫对高温的适应性生理反应,如热激蛋白的产生,从而表现出耐高温能力要比水稻上的差。另外,玉米苗叶片与水稻叶相比要柔软细嫩得多,并且叶面积大,这有利于幼虫取食和躲避高温,因此稻纵卷叶螟在该寄主上生活时能量分配到高温适应上的减少,而在种群繁殖上的增多,从而表现出不如水稻上的耐高温,但繁殖力要比水稻上的高。不过,玉米苗和水稻上饲养的稻纵卷叶螟对温度反应差异的确切原因,还需要进一步从昆虫生理和寄主营养层次上进行研究或证实。

References:

- [1] National Coordinated Network of Forecast for Rice Leaf Roller. The occurrence of rice leaf roller and its forecast in China. *Scientia Agricultura Sinica*, 1981, (5): 17-24.
- [2] Zhang X X, Lu Z Q, Gen J G, Li G Z, Chen X L, Wu X W. Studies on the migration of rice leaf roller *Cnaphalocrocis medinalis* G  n  e. *Acta Entomologica Sinica*, 1980, 23(2): 130-140.
- [3] Zhang X X, Gen J G, Zhou W J. Studies on rules of the migration of *Cnaphalocrocis medinalis* G  n  e in China. *Journal of Nanjing Agricultural College*, 1981, (3): 43-54.
- [4] Chen Y N. Review on the studies on the rice leaf folder from overseas. *Entomological Knowledge*, 1985, (6): 287-289.
- [5] Zhai B P, Cheng J A. The summary of the symposium on two kinds of the migratory rice insect pests in 2006. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2006, 43(4): 585-588.
- [6] Tang J Y, Wang H S, Liu J W. Serious occurrence characteristics of rice leaf roller (the third generation) in Guangxi and its reasons analysis. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2009, 25(2): 192-195.
- [7] Peng Z K. Resistance identification of rice varieties to rice leaf folder in field. *Entomological Knowledge*, 1982, (2): 1-3.
- [8] Xue J J, Shen X C, Zhang G F, Zhao B G. Parameters on resistance of rice varieties to rice leaf folder. *Plant Protection*, 1987, (3): 5-7.
- [9] Khan Z R, Abenes M L P, Fernandez N J. Suitability of graminaceous weed species as host plants for rice leaf folders, *Cnaphalocrocis medinalis* and

- Marasmia patnalis*. Crop Protection, 1989, 15(2): 121-127.
- [10] Dan J G, Chen C M. The effects of feeding condition on the growth, development, and reproduction of rice leaf roller. Acta Phytophylacica Sinica, 1990, 17(3): 193-199.
- [11] Xu L, Wang F, Wu J C, Wang Q X. Life-table parameters of a semi-natural population of *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) on different rice varieties and changes in sugar content in rice plants after insect infestation. Acta Ecologica Sinica, 2007, 27(11): 4547-4554.
- [12] Shono Y, Hirano M. Improved mass-rearing of the rice leafroller, *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) (Lepidoptera: Pyralidae) using corn seedlings. Applied Entomology and Zoology, 1989, 24(3): 258-263.
- [13] Gu H N, Zhang X X. On the reproductive characteristics of rice leaf-roller, *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée), in natural conditions. Journal of Nanjing Agricultural University, 1987, (4): 37-41.
- [14] Zhao H Y, Wang S Z, Yuan F, Dong Y C. Studies on the effects of host alteration on some ecological characteristics of green peach aphid under different temperature conditions. Acta Phytophylacica Sinica, 1997, 24(1): 19-24.
- [15] Braby M F, Jones R E. Effect of temperature and hostplants on survival, development and body-size in 3 tropical satyrine butterflies from north-eastern Australia. Australian Journal of Zoology, 1994, 42(2): 195-213.
- [16] Zhou Q, Liang G W, Cen Y J. The influence of temperature and host plants on the experimental population of *Aphis gossypii* Glover. Journal of South China Agricultural University, 2002, 23(1): 31-37.
- [17] Satar S, Yokomi R. Effect of temperature and host on development of *Brachycaudus schwaerti* (Homoptera: Aphididae). Annals of the Entomological Society of America, 2002, 95(5): 597-602.
- [18] Li J Z, Zhi J R, Gai H T. Effects of host plants and temperature on *Frankliniella occidentalis* growth and development. Chinese Journal of Ecology, 2011, 30(3): 558-563.
- [19] Wu J C, Zhang X X. Effects of temperature on the growth and the development of experimental populations of the rice leaf roller, *Cnaphalocrocis medinalis* Güenée. Journal of Nanjing Agricultural College, 1984, 7(4): 19-28.
- [20] Pang X F, Liang G W. Studies on the population dynamics and control of rice leaf roller in Hailing Island, Guangdong Province II. The relationships between several important ecological factors and the population size, and the simulation of the population dynamics of the pest in the 2nd generation. Journal of South China Agricultural College, 1982, 3(2): 13-27.

参考文献:

- [1] 全国稻纵卷叶螟联合测报网. 我国稻纵卷叶螟的发生动态及其预测预报. 中国农业科学, 1981, (5): 17-24.
- [2] 张孝羲, 陆自强, 耿济国, 李国柱, 陈学礼, 吴学文. 稻纵卷叶螟迁飞途径的研究. 昆虫学报, 1980, 23(2): 130-140.
- [3] 张孝羲, 耿济国, 周威君. 我国稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* Güenée 迁飞规律的研究. 南京农学院学报, 1981, (3): 43-54.
- [4] 陈永年. 国外稻纵卷叶螟研究概述. 昆虫知识, 1985, (6): 287-289.
- [5] 翟保平, 程家安. 2006 年水稻两迁害虫研讨会纪要. 昆虫知识, 2006, 43(4): 585-588.
- [6] 唐洁瑜, 王华生, 刘建文. 2008 年广西第三代稻纵卷叶螟大发生特点及原因简析. 中国农学通报, 2009, 25(2): 192-195.
- [7] 彭忠魁. 水稻品种对稻纵卷叶螟抗性的田间鉴定. 昆虫知识, 1982, (2): 1-3.
- [8] 薛俊杰, 申效诚, 张桂芬, 赵白鸽. 水稻品种对稻纵卷叶螟抗性的参量化. 植物保护, 1987, 13(3): 5-7.
- [10] 但建国, 陈常铭. 食料条件对稻纵卷叶螟生长发育和繁殖的影响. 植物保护学报, 1990, 17(3): 193-199.
- [11] 许璐, 王芳, 吴进才, 王元翔. 稻纵卷叶螟 (*Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée)) 在水稻品种上的半自然种群生命表参数及对植株含糖量的影响. 生态学报, 2007, 27(11): 4547-4554.
- [13] 顾海南, 张孝羲. 自然条件下稻纵卷叶螟的繁殖特性. 南京农业大学学报, 1987, (4): 37-41.
- [14] 赵惠燕, 汪世泽, 袁锋, 董应才. 不同温度下转换寄主对桃蚜生态学特征的影响. 植物保护学报, 1997, 24(1): 19-24.
- [16] 周琼, 梁广文, 岑伊静. 温度和寄主植物对瓜蚜实验种群增长的影响. 华南农业大学学报, 2002, 23(1): 31-34.
- [18] 李景柱, 邹军锐, 盖海涛. 寄主和温度对西花蓟马生长发育的影响. 生态学杂志, 2011, 30(3): 558-563.
- [19] 吴进才, 张孝羲. 温度对稻纵卷叶螟实验种群生长、发育的影响. 南京农业大学学报, 1984, 7(4): 19-28.
- [20] 庞雄飞, 梁广文. 稻纵卷叶螟防治策略的探讨(二)——几种重要的生态因子与种群数量的关系及海陵第二代种群动态模拟. 华南农学院学报, 1982, 3(2): 13-27.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.33 ,No.2 January ,2013(Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Spatio-temporal heterogeneity of water and plant adaptation mechanisms in karst regions; a review CHEN Hongsong, NIE Yunpeng, WANG Kelin (317)
- Impacts of mangrove vegetation on macro-benthic faunal communities CHEN Guangcheng, YU Dan, YE Yong, et al (327)
- Advance in research on the occurrence and transformation of arsenic in the freshwater lake ecosystem ZHANG Nan, WEI Chaoyang, YANG Linsheng (337)
- Application of nano-scale secondary ion mass spectrometry to microbial ecology study HU Hangwei, ZHANG Limei, HE Jizheng (348)
- Carbon cycle of urban system; characteristics, mechanism and theoretical framework ZHAO Rongqin, HUANG Xianjin (358)
- Research and compilation of urban greenhouse gas emission inventory LI Qing, TANG Lina, SHI Longyu (367)

Autecology & Fundamentals

- Seed dispersal and seedling recruitment of *Ulmus pumila* woodland in the Keerqin Sandy Land, China YANG Yunfei, BAI Yunpeng, LI Jiandong (374)
- Influence of environmental factors on seed germination of *Bombax malabaricum* DC. ZHENG Yanling, MA Huancheng, Scheller Robert, et al (382)
- Carbon, nitrogen and phosphorus stoichiometric characteristics during the decomposition of *Spartina alterniflora* and *Cyperus malaccensis* var. *brevifolius* litters OUYANG Linmei, WANG Chun, WANG Weiqi, et al (389)
- Home range of *Teratoscincus roborowskii* (Gekkonidae): influence of sex, season, and body size LI Wenrong, SONG Yucheng, SHI Lei (395)
- Effects of the covering behavior on food consumption, growth and gonad traits of the sea urchin *Glyptocidaris crenularis* LUO Shibin, CHANG Yaqing, ZHAO Chong, et al (402)
- Biological response of the rice leaffolder *Cnaphalocrocis medinalis* (Güenée) reared on rice and maize seedling to temperature LIAO Huaijian, HUANG Jianrong, FANG Yuansong, et al (409)

Population, Community and Ecosystem

- Composition and stability of organic carbon in the top soil under different forest types in subtropical China SHANG Suyun, JIANG Peikun, SONG Zhaoliang, et al (416)
- The community characteristics of different types of grassland under grazing prohibition condition ZHANG Pengli, CHEN Jun, CUI Shujuan, et al (425)
- Spatial pattern and competition relationship of *Stellera chamaejasme* and *Aneurolepidium dasystachys* population in degraded alpine grassland REN Heng, ZHAO Chengzhang (435)
- SOC decomposition of four typical broad-leaved Korean pine communities in Xiaoxing' an Mountain SONG Yuan, ZHAO Xizhu, MAO Zijun, et al (443)
- The influence of vegetation restoration on soil archaeal communities in Fuyun earthquake fault zone of Xinjiang LIN Qing, ZENG Jun, ZHANG Tao, et al (454)
- Effects of fertilization regimes on soil faunal communities in cropland of purple soil, China ZHU Xinyu, DONG Zhixin, KUANG Fuhong, et al (464)
- Woody plant leaf litter consumption by the woodlouse *Porcellio scaber* with a choice test LIU Yan, LIAO Yuncheng (475)
- The bacterial community of coastal sediments influenced by cage culture in Xiangshan Bay, Zhejiang, China QIU Qiongfeng, ZHANG Demin, YE Xiansen, et al (483)
- A study of meiofauna in the COMRA's contracted area during the summer of 2005 WANG Xiaogu, ZHOU Yadong, ZHANG Dongsheng, et al (492)
- Hydrologic regime of interception for typical forest ecosystem at subalpine of Western Sichuan, China SUN Xiangyang, WANG Genxu, WU Yong, et al (501)

Landscape, Regional and Global Ecology

- Sensitivity and vulnerability of China's rice production to observed climate change XIONG Wei, YANG Jie, WU Wenbin, et al (509)

- Characteristics of temperature and precipitation in Northeastern China from 1961 to 2005 HE Wei, BU Rencang, XIONG Zaiping, et al (519)
- Combined effects of elevated O₃ and reduced solar irradiance on growth and yield of field-grown winter wheat ZHENG Youfei, HU Huifang, WU Rongjun, et al (532)
- Resource and Industrial Ecology**
- The study of vegetation biomass inversion based on the HJ satellite data in Yellow River wetland GAO Mingliang, ZHAO Wenji, GONG Zhaoning, et al (542)
- Temporal and spatial variability of soil available nutrients in arable Lands of Heyang County in South Loess Plateau CHEN Tao, CHANG Qingrui, LIU Jing, et al (554)
- Decomposition characteristics of wheat straw and effects on soil biological properties and nutrient status under different rice cultivation WU Ji, GUO Xisheng, LU Jianwei, et al (565)
- Effects of nitrogen application stages on photosynthetic characteristics of summer maize in high yield conditions LÜ Peng, ZHANG Jiwang, LIU Wei, et al (576)
- Urban, Rural and Social Ecology**
- The degradation threshold of water quality associated with urban landscape component LIU Zhenhuan, LI Zhengguo, YANG Peng, et al (586)
- Ecological sustainability in Chang-Zhu-Tan region; a prediction study DAI Yanan, HE Xinguang (595)
- The effect of exogenous nitric oxide on activities of antioxidant enzymes and microelements accumulation of two rice genotypes seedlings under cadmium stress ZHU Hanyi, CHEN Yijun, LAO Jiali, et al (603)
- Forms composition of inorganic carbon in sediments from Dali Lake SUN Yuanyuan, HE Jiang, LÜ Changwei, et al (610)
- Fractionation character and bioavailability of Cd, Pb, Zn and Ni combined pollution in oasis soil WU Wenfei, NAN Zhongren, WANG Shengli, et al (619)
- Effects of CA and EDTA on growth of *Chlorophytum comosum* in copper-contaminated soil WANG Nannan, HU Shan, WU Dan, et al (631)
- Research Notes**
- Values of marine ecosystem services in Haizhou Bay ZHANG Xiuying, ZHONG Taiyang, HUANG Xianjin, et al (640)
- Variations of *Leymus chinensis* community, functional groups, plant species and their relationships with climate factors TAN Liping, ZHOU Guangsheng (650)
- The effect of N:P supply ratio on P uptake and utilization efficiencies in *Larix olgensis* Henry. seedlings WEI Hongxu, XU Chengyang, MA Lüyi, et al (659)

《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 33 卷 第 2 期 (2013 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 2 (January, 2013)

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	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
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 90.00 元