

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

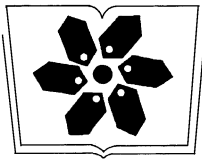
Acta Ecologica Sinica



第33卷 第5期 Vol.33 No.5 **2013**

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 33 卷 第 5 期 2013 年 3 月 (半月刊)

目次

前沿理论与学科综述

- 氮沉降对森林土壤有机质和凋落物分解的影响及其微生物学机制..... 王晶苑,张心昱,温学发,等 (1337)
- 工业大麻对重金属污染土壤的治理研究进展..... 梁淑敏,许艳萍,陈 裕,等 (1347)
- 最佳管理措施评估方法研究进展..... 孟凡德,耿润哲,欧 洋,等 (1357)
- 灌木年轮学研究进展..... 芦晓明,梁尔源 (1367)

个体与基础生态

- 华北落叶松夜间树干液流特征及生长季补水格局..... 王艳兵,德永军,熊 伟,等 (1375)
- 土壤干旱胁迫对沙棘叶片光合作用和抗氧化酶活性的影响..... 裴 斌,张光灿,张淑勇,等 (1386)
- 湖北石首麋鹿昼间活动时间分配..... 杨道德,李竹云,李鹏飞,等 (1397)
- 三种杀虫剂亚致死浓度对川硬皮肿腿蜂繁殖和搜寻行为的影响..... 杨 桦,杨 伟,杨春平,等 (1405)

种群、群落和生态系统

- 三沙湾浮游动物生态类群演替特征..... 徐佳奕,徐兆礼 (1413)
- 滇西北高原纳帕海湿地湖滨带优势植物生物量及其凋落物分解..... 郭绪虎,肖德荣,田 昆,等 (1425)
- 安徽新安江干流滩涂湿地草本植物区系及物种多样性 杨文斌,刘 坤,周守标 (1433)
- 湿地芦苇根结合好气细菌群落时空分布及其与水质因子的关系 熊 薇,郭逍宇,赵 霏 (1443)
- 三种温带树种叶片呼吸的时间动态及其影响因子..... 王兆国,王传宽 (1456)
- 不同土壤水分条件下杨树人工林水分利用效率对环境因子的响应..... 周 洁,张志强,孙 阁,等 (1465)
- 不同生态区域沙地建群种油蒿的钙组分特征 薛莘莘,高玉葆,何兴东 (1475)
- 藏北高寒草甸植物群落对土壤线虫群落功能结构的影响 薛会英,胡 锋,罗大庆 (1482)
- 铜尾矿废弃地土壤动物多样性特征..... 朱永恒,沈 非,余 健,等 (1495)
- 环丙沙星对土壤微生物量碳和土壤微生物群落碳代谢多样性的影响 ... 马 驿,彭金菊,王 芸,等 (1506)
- 基于生态水位约束的下辽河平原地下水生态需水量估算 孙才志,高 颖,朱正如 (1513)

景观、区域和全球生态

- 佛山市高明区生态安全格局和建设用地扩展预案..... 苏泳娴,张虹鸥,陈修治,等 (1524)
- 不同护坡草本植物的根系特征及对土壤渗透性的影响 李建兴,何丙辉,湛 芸 (1535)
- 京沪穗三地近十年夜间热力景观格局演变对比研究..... 孟 丹,王明玉,李小娟,等 (1545)
- 窟野河流域河川基流量变化趋势及其驱动因素..... 雷泳南,张晓萍,张建军,等 (1559)
- 模拟氮沉降条件下木荷幼苗光合特性、生物量与 C、N、P 分配格局..... 李明月,王 健,王振兴,等 (1569)
- 铁炉渣施加对稻田甲烷产生、氧化与排放的影响 王维奇,李鹏飞,曾从盛,等 (1578)

资源与产业生态

- 食用黑粉菌侵染对茭白植株抗氧化系统和叶绿素荧光的影响..... 闫 宁,王晓清,王志丹,等 (1584)

佛手低温胁迫相关基因的差异表达..... 陈文荣,叶杰君,李永强,等 (1594)

美洲棘蓟马对不同蔬菜寄主的偏好性..... 朱 亮,石宝才,官亚军,等 (1607)

茉莉酸对棉花单宁含量和抗虫相关酶活性的诱导效应 杨世勇,王蒙蒙,谢建春 (1615)

造纸废水灌溉对毛白杨苗木生长及养分状况的影响..... 王 焱,席本野,崔向东,等 (1626)

基于数据包络分析的江苏省水资源利用效率..... 赵 晨,王 远,谷学明,等 (1636)

研究简报

太岳山不同郁闭度油松人工林降水分配特征..... 周 彬,韩海荣,康峰峰,等 (1645)

基于 TM 卫星影像数据的北京市植被变化及其原因分析 贾宝全 (1654)

薇甘菊萎蔫病毒感染对薇甘菊光合特性和 4 种酶活性的影响..... 王瑞龙,潘婉文,杨娇瑜,等 (1667)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 338 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 34 * 2013-03



封面图说:美丽的油松松枝——油松又称红皮松、短叶松。树高可达 30m,胸径达 1m。其树皮下部灰褐色,裂成不规则鳞块;针叶 2 针一束,暗绿色,较粗硬;球果卵形或卵圆形,长 4—7cm,有短柄,与枝几乎成直角。油松适应性强,根系发达,树姿雄伟,枝叶繁茂,有良好的保持水土和美化环境的功能,是中国北方广大地区最主要的造林树种之一,在华北地区无论是山区或平原到处可见,人工林很多,一般情况下在山区生长最好。在山区生长的油松,多在阴坡、半阴坡,土壤湿润和较肥沃的地方。

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

DOI: 10.5846/stxb201210151433

朱亮, 石宝才, 宫亚军, 王泽华, 康总江, 马吉德, 魏书军. 美洲棘蓟马对不同蔬菜寄主的偏好性. 生态学报, 2013, 33(5): 1607-1614.

Zhu L., Shi B. C., Gong Y. J., Wang Z. H., Kang Z. J., Mirab-Balou M. D., Wei S. J. Hosts preference of *Echinothrips americanus* Morgan for different vegetables. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(5): 1607-1614.

美洲棘蓟马对不同蔬菜寄主的偏好性

朱 亮¹, 石宝才¹, 宫亚军¹, 王泽华¹, 康总江¹, 马吉德², 魏书军^{1,*}

(1. 北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 北京 100097; 2. 华南农业大学昆虫学系, 广州 510642)

摘要: 比较了美洲棘蓟马对 12 种不同蔬菜和 1 种非蔬菜的偏好性, 并通过对数线性模型和方差分析对结果进行了分析。结果显示美洲棘蓟马成虫对 13 种寄主植物的寄主偏好性及产卵选择性具有显著差异。该虫成虫在南瓜上分布最多, 平均每株寄主植物达到 23.5 头, 在油菜上的产卵量最大, 每株达 50.3 粒。黄瓜、南瓜、油菜、黄豆和辣椒上成虫分布量每株均在 10 头以上, 显著多于其他寄主; 而上述 5 种寄主上的每株产卵量也均在 30 粒以上, 显著多于除豆角以外的其它寄主。该虫在黄瓜上发育最快, 15d 左右即可完成其整个未成熟期; 在辣椒上未成熟期存活率最高, 为 80.1%。上述结果将为该虫入侵风险的评估提供重要依据。

关键词: 美洲棘蓟马; 蔬菜寄主; 寄主偏好性; 预测预报; 入侵风险

Hosts preference of *Echinothrips americanus* Morgan for different vegetables

ZHU Liang¹, SHI Baocai¹, GONG Yajun¹, WANG Zehua¹, KANG Zongjiang¹, MIRAB-BALOU Majid², WEI Shujun^{1,*}

1 Institute of Plant and Environmental Protection, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China

2 Department of Entomology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China

Abstract: *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) was recently (2010) found in the Beijing area and Yangling, Shaanxi Province, China. Current studies report that this thrips uses 48 families—106 species—as host plants, most of which are ornamental plants in the Araceae, Euphorbiaceae, and Apocynaceae families. The host preferences of this thrips among vegetable plants have rarely been studied. The preference for and suitability of 13 potential crop hosts of *E. americanus* were studied in the laboratory by comparing adult host selection, oviposition preference, and developmental and survival rates. Twelve vegetable species, i. e., *Vigna unguiculata*, *Glycine max* (Leguminosae), *Daucus carota*, *Foeniculum vulgare* (Apiaceae), *Solanum melongena*, *Capsicum frutescens*, *Solanum lycopersicum* (Solanaceae), *Cucumis sativus*, *Cucurbita moschata* (Cucurbitaceae), *Brassica chinensis*, *Brassica campestris*, and *Brassica oleracea* (Brassicaceae), and one non-vegetable host, *Medicago sativa* (Fabaceae) were tested. One to two weeks-old plants of each crop were grown in a greenhouse into which 100 thrips were released, and plants were examined for thrips infestation daily. The host-plant and oviposition selection data were analyzed with a log-linear model and variance analysis using the software DPS v13.5. The host and oviposition preference of the thrips to the 13 different plant species differed significantly. The most adults were found on *C. moschata*, with 23.5 per plant, while the plant with the most eggs was *C. frutescens*, with 50.32 per plant. No adults were found on *F. vulgare*, *B. oleracea*, or *M. sativa*. There were significantly more adults on *C. sativus*, *C. moschata*, *B. chinensis*, *G. max*, and *C. frutescens*, more than 10 per plant, than on the other host

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2009CB119004); 北京市科技计划项目(Z0906050060009017); 北京市科技新星计划(2010B027); 北京市优秀人才培养资助(2010D00202000010); 北京市农林科学院科技创新能力建设专项(KJXC201104009)

收稿日期: 2012-10-15; 修订日期: 2013-01-14

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: shujun268@163.com

plants. Additionally, there were significantly more eggs on those five host species—more than 30 per plant—than on other plants, except *V. unguiculata*. There were no eggs on *D. carota*, *B. oleracea*, or *M. sativa*, suggesting that this thrips does not lay eggs on these plants. There was a positive correlation between the amounts of adults and eggs on the plants; there were usually large numbers of eggs on the plants with many adults. Among the different life stages, eggs required the longest development time, from 6 to 9 days. The developmental duration of prepupae on different host plants was less than 2 days, while the pupal instar persisted longer than the prepupal one. The complete immature phase of the life cycle lasted from 15—17 days on different host plants. Among the tested host plants, this thrips developed fastest on *C. sativus*, requiring 15.09 days to maturity, and slowest on *G. max*, with a duration of 16.77 days. The survival rates of the first and second instars were lower (74.6%—94.4%) than those of the prepupae and pupae (93.3%—100%). The first instar had the highest survival rates (94.4%) on *B. chinensis* and *C. frutescens* and the lowest rate (74.6%) on *C. moschata*. Overall, *E. americanus* had the highest survival rate in the immature stage (80.1%) on *C. frutescens* and the lowest survival rate (64.3%) on *G. max*. Our results suggested that *C. sativus*, *C. moschata*, *B. chinensis*, *G. max*, and *C. frutescens* were the preferred hosts of *E. americanus*. This information provides an important basis for assessing the economic threat and invasive potential of this thrips.

Key Words: *Echinothrips americanus* Morgan; vegetable hosts; host preference; forecast; invasion risk

美洲棘蓟马 *Echinothrips americanus* Morgan 属缨翅目 Thysanoptera 蓟马科 Thripidae 针蓟马亚科 Panchaetothripinae, 原产于北美东部^[1], 目前已经扩散至欧洲和亚洲等地^[2-4]。国内于 2010 年报道了该虫入侵我国北京和陕西省杨凌地区^[5-7]。

Brodbeck 等在研究缨翅目害虫营养生态学时发现这类害虫大部分种表现出取食的多样化^[8], 因此有必要深入研究这类昆虫对其寄主的选择习性, 从而为其入侵风险评估提供重要资料。国内仅对缨翅目中西花蓟马的寄主研究较多, 发现该虫既对花卉寄主具有选择性又对蔬菜寄主具有选择性^[9-11]。Milne 和 Walter 研究了烟蓟马 *Thrips tabaci* Lindeman 的寄主种类及其危害特征^[12]。Varga 和 Fedor 对美洲棘蓟马的嗜好寄主和非嗜好寄主进行了分类研究^[13]。

目前发现美洲棘蓟马的寄主有 48 科 106 种^[13], 主要涉及的是观赏植物, 适合的寄主有天南星科 Araceae、大戟科 Euphorbiaceae、夹竹桃科 Apocynaceae 等。该虫也可对温室作物造成危害^[2], 例如, 美洲棘蓟马在荷兰危害温室甜椒, 成为温室中的重要害虫^[14]。然而, 国内外尚未有关于美洲棘蓟马对蔬菜寄主的偏好性与适应性方面的系统报道。目前研究的美洲棘蓟马的蔬菜寄主仅仅为豆科 Leguminosae 中的四季豆 *Phaseolus vulgaris*、黄豆 *Glycine max* 和茄科 Solanaceae 中的青椒 *Capsicum annuum*^[13]。本文报道美洲棘蓟马对我国主要蔬菜作物的偏好性及产卵选择性, 为该虫入侵我国后的风险评估与防控提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源与寄主植物

供试昆虫美洲棘蓟马来自北京市农林科学院植物保护环境保护研究所, 于室内饲养在芹菜 *Apium graveolens* 上, 连续饲养 5 代, 温度 25 ℃, 相对湿度 70%, 光照 16 L:8 D^[6]。供试寄主植物为豆科 Leguminosae 的豆角 *Vigna unguiculata* 和黄豆 *G. max*, 伞形科 Apiaceae 的胡萝卜 *Daucus carota* 和茴香 *Foeniculum vulgare*, 茄科 Solanaceae 的茄子 *Solanum melongena*、辣椒 *Capsicum frutescens* 和番茄 *Solanum lycopersicum*, 葫芦科 Cucurbitaceae 的黄瓜 *Cucumis sativus* 和南瓜 *Cucurbita moschata*, 十字花科 Brassicaceae 的油菜 *Brassica chinensis*、小白菜 *Brassica campestris* 和甘蓝 *Brassica oleracea*, 紫苜蓿 *Medicago sativa* 作为非蔬菜类的对照寄主植物。试验所用 13 种寄主苗均为出土后 1—2 月的苗, 苗高不超过 0.3 m。其中除紫苜蓿和茴香叶片较小较多外, 11 种寄主均只有 4—6 片叶。

1.2 试验方法

1.2.1 美洲棘蓟马成虫对不同蔬菜寄主的寄主偏好性及产卵选择性

选用 13 种供试寄主植物的健壮无虫苗各 1 株,在网罩密封的养虫架(1.1 m × 1.1 m × 0.8 m)内围成一圈。4 组重复中寄主植物的排列顺序不同,以随机方式排布,但同一科寄主植物不相邻,最小间隔距离为 35 cm,且将紫苜蓿和茴香分布于其他植物之间,苗间距为 20 cm。将美洲棘蓟马雌成虫 100 头接入同一片青椒 *C. annuum* 叶片上,再将该叶片放在 13 种供试寄主植物围成的圆圈的圆心位置,72 h 后记录每株寄主植物上的成虫的总数量,作为单株寄主植物成虫分布量。美洲棘蓟马雌成虫死亡及逃逸的数量明显降低,4 组重复试验中成虫死亡及逃逸的总和分别占到 37%、17%、17% 和 16%,成虫剩余量分别为 63、83、83 和 84 头。由于青椒叶片表面有蜡质层,较为光滑,易于蓟马的扩散,且青椒叶片很快会干枯,对研究结果的影响较小。因此本研究以青椒叶片作为初始虫源的释放载体。

剔除各苗上的成虫,将各供试植物分开培养,每日记录不同寄主蔬菜上孵化的若虫数,直到无若虫出现为止,统计出每株寄主植物上若虫总数,用总若虫数作为总产卵量^[11]。试验共重复 4 次,在温度(25±1)℃,相对湿度(70±5)%,密闭无光养虫室进行。养虫室在试验前经过灭菌、消毒和虫源处理。

1.2.2 美洲棘蓟马在不同蔬菜寄主上的发育历期及存活率

分别取 5 种寄主植物黄瓜、南瓜、油菜、黄豆和辣椒的叶 10 片,用棉花包住其叶柄放于塑料培养皿中,在棉花上加水保湿。分别挑美洲棘蓟马雌成虫 30 头于每个培养皿的叶片上,8 h 后移去成虫。每日 8:30 和 20:30 在镜下各观察 1 次,将刚孵化的若虫分别移入相应寄主蔬菜叶片的新塑料培养皿中饲养,并记录每头若虫孵化时间。每个培养皿中仅放 1 头若虫。每天 8:30 和 20:30 各观察 1 次,定期更换叶片,记录美洲棘蓟马从 1 龄若虫到成虫羽化中各个阶段的时间,以及各个阶段刚开始时该虫的数量。每种蔬菜设置 30 个重复。最后计算未成熟期各个阶段的发育历期和存活率。各发育阶段存活率=发育阶段结束时虫量/发育阶段开始时虫量。整个未成熟期存活率=羽化的成虫数量/初始孵化 1 龄若虫的数量(卵期的存活率默认为 100%)。试验在温度为(25±1)℃、相对湿度为(70±5)%、光周期为 16 L:8 D 的培养箱中进行。

1.3 数据统计分析

本研究中美洲棘蓟马成虫对不同蔬菜寄主的寄主偏好性和产卵选择性部分利用对数线性模型在 DPS v13.5 软件中对数据进行分析^[15-16]。首先将 13 种寄主植物设定为变量因子 A,将 4 个重复设定为变量因子 B,从而组成结构为[A][B]的模型。然后在对各个因子最大似然估计进行卡方检验,最后通过参数估计得到各个寄主植物优势比的 95% 置信区间。当任意两个处理 95% 置信区间范围重合则差异不显著,反之差异显著。

利用 DPS v13.5^[15]对美洲棘蓟马在不同蔬菜寄主上的发育历期进行方差分析和多重比较(Duncan 氏新复极差测验法)。

2 结果与分析

2.1 美洲棘蓟马成虫对不同蔬菜寄主的寄主偏好性

美洲棘蓟马成虫在南瓜上分布量最大,平均每株寄主植物达到了 23.5 头(表 1)。除南瓜以外,成虫分布量较大的还有油菜、黄瓜、辣椒和黄豆。以上 5 种寄主植物上的成虫分布量显著大于其他供试寄主植物。而茴香、紫苜蓿和甘蓝上的成虫分布量均为 0,可见美洲棘蓟马不喜欢取食这 3 种植物。

2.2 美洲棘蓟马成虫对不同蔬菜寄主的产卵选择性

美洲棘蓟马产卵量较大的寄主植物有黄瓜、黄豆、油菜、辣椒和南瓜(表 2),其中油菜上产卵量最大,每株达到了 50.32 粒卵。从统计检验的结果来看,美洲棘蓟马在以上 5 种寄主植物上产卵量显著高于除豆角以外的其他 7 种寄主植物。而美洲棘蓟马在胡萝卜、甘蓝和紫苜蓿上都没有产卵,说明美洲棘蓟马不喜好在这 3 种寄主植物上进行种群的繁衍。

表 1 美洲棘蓟马成虫对不同蔬菜寄主的寄主偏好性

Table 1 Host preference of *Echinothrips americanus* for different host vegetables

寄主植物 Host plant	成虫量(头/株) Adults (adults/plant)	寄主植物 Host plant	成虫量(头/株) Adults (adults/plant)
豆角 <i>Vigna unguiculata</i>	2.00±0.41 b	胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	0.75±0.75 b
茴香 <i>Foeniculum vulgare</i>	0.00±0.00 b	番茄 <i>Solanum lycopersicum</i>	0.75±0.48 b
黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	11.75±3.57 a	黄豆 <i>Glycine max</i>	10.50±2.78 a
油菜 <i>Brassica chinensis</i>	16.50±3.97 a	紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	0.00±0.00 b
茄子 <i>Solanum melongena</i>	0.75±0.48 b	辣椒 <i>Capsicum frutescens</i>	10.75±2.75 a
小白菜 <i>Brassica campestris</i>	1.00±0.41 b	南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	23.50±8.70 a
甘蓝 <i>Brassica oleracea</i>	0.00±0.00 b		

表中数据为平均数±标准误;表中不同小写字母表示不同寄主之间差异显著 ($P<0.05$) (对数线性模型法检验)

表 2 美洲棘蓟马对不同蔬菜寄主的产卵选择性

Table 2 Oviposition preference of *Echinothrips americanus* to different host vegetables

寄主植物 Host plant	产卵量(粒/株) Eggs (eggs/plant)	寄主植物 Host plant	产卵量(粒/株) Eggs (eggs/plant)
豆角 <i>Vigna unguiculata</i>	14.75±4.21 bc	胡萝卜 <i>Daucus carota</i>	0.00±0.00 d
茴香 <i>Foeniculum vulgare</i>	0.50±0.50 d	番茄 <i>Solanum lycopersicum</i>	0.75±0.75 d
黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	68.00±19.27 ab	黄豆 <i>Glycine max</i>	38.00±6.87 b
油菜 <i>Brassica chinensis</i>	111.75±50.32 a	紫苜蓿 <i>Medicago sativa</i>	0.00±0.00 d
茄子 <i>Solanum melongena</i>	7.50±3.12 c	辣椒 <i>Capsicum frutescens</i>	49.75±19.65 ab
小白菜 <i>Brassica campestris</i>	7.25±4.39 c	南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	49.50±18.62 ab
圆白菜 <i>Brassica oleracea</i>	0.00±0.00 d		

表中数据为平均数±标准误;表中不同小写字母表示不同寄主之间差异显著 ($P<0.05$) (对数线性模型法检验)

2.3 美洲棘蓟马寄主偏好性与产卵选择性的关系

在不同寄主植物上的美洲棘蓟马成虫分布量和产卵量基本一致(图 1)。美洲棘蓟马成虫分布量大的寄主植物上其产卵量同样大。油菜上成虫分布量仅次于南瓜排名第二,而产卵量则是最大。黄瓜、黄豆、油菜、辣椒和南瓜上成虫分布量和产卵量均较大,说明美洲棘蓟马成虫较喜好这 5 种寄主植物。

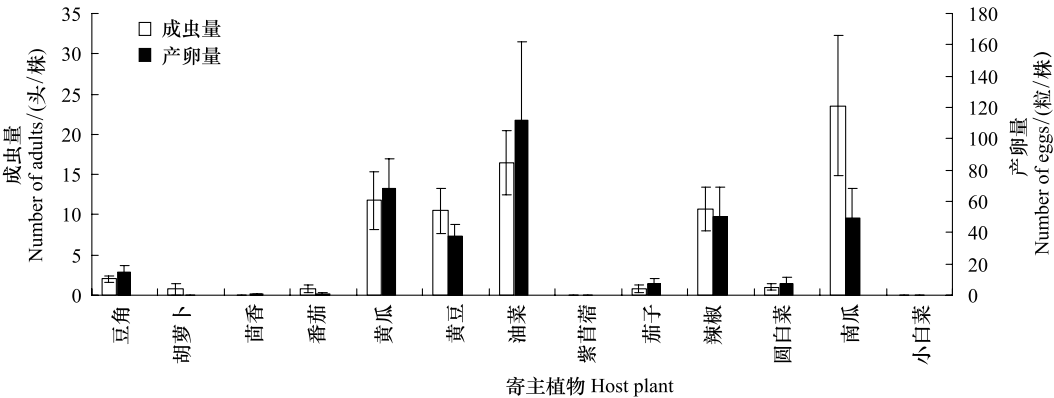


图 1 美洲棘蓟马对于不同蔬菜寄主寄主偏好性与产卵选择性的关系

Fig. 1 Relationship between feeding preference and oviposition preference of *Echinothrips americanus* for different host vegetables

豆角 *Vigna unguiculata*; 胡萝卜 *Daucus carota*; 茴香 *Foeniculum vulgare*; 番茄 *Solanum lycopersicum*; 黄瓜 *Cucumis sativus*; 黄豆 *Glycine max*; 油菜 *Brassica chinensis*; 紫苜蓿 *Medicago sativa*; 茄子 *Solanum melongena*; 辣椒 *Capsicum frutescens*; 圆白菜 *Brassica campestris*; 南瓜 *Cucurbita moschata*; 小白菜 *Brassica campestris*

2.4 美洲棘蓟马在不同蔬菜寄主上的发育历期

在不同寄主植物上,美洲棘蓟马未成熟期的各个阶段发育历期各不相同(表 3)。在不同的发育阶段中卵

的发育历期最长,在6—9 d之间。油菜上卵期最短,黄豆上最长。该虫在南瓜上的1龄若虫期最短,平均在2.35 d,显著短于油菜和黄豆上1龄若虫期;在油菜上1龄若虫期最长,平均为3.04 d。该虫在黄豆、南瓜和辣椒上的2龄若虫期显著长于油菜,其中在黄豆上历期最长,其次是南瓜和辣椒,在油菜上最短。美洲棘蓟马预蛹期很短,各个寄主植物上的预蛹期都不到2 d。不同寄主植物上的预蛹期差异不显著,在黄瓜上预蛹期最长,平均达到了1.53 d,在辣椒上预蛹期最短,平均为1.21 d。蛹期比预蛹期发育历期长,但在不同寄主植物上的平均历期均在2 d以下。在辣椒上蛹期最长,平均为1.92 d,在黄豆上蛹期最短,平均为1.15 d;在黄豆上的蛹期显著短于黄瓜、南瓜、油菜和辣椒。

5种不同寄主植物上的美洲棘蓟马未成熟期的发育历期有所不同,但均在15—17 d之间。在黄瓜上发育最快,平均为15.09 d,在黄豆上发育最慢,平均为16.77 d。在黄瓜和油菜上的未成熟期显著短于辣椒和黄豆上,在南瓜上的未成熟期显著短于在黄豆上的历期。

表3 美洲棘蓟马在不同蔬菜上的发育历期

Table 3 The developmental duration of *Echinothrips americanus* on different vegetables

寄主植物 Host plant	发育历期 Developmental duration/d					
	卵期 Egg	1龄若虫 1st instar	2龄若虫 2nd instar	预蛹 Prepupa	蛹 Pupa	未成熟期* Immature stage
黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	6.85±0.09 c	2.72±0.19 ab	2.24±0.21 bc	1.53±0.14 a	1.78±0.16 a	15.09±0.27 c
南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	7.63±0.23 b	2.35±0.13 b	2.58±0.15 ab	1.50±0.17 a	1.83±0.22 a	15.51±0.55 bc
油菜 <i>Brassica chinensis</i>	6.83±0.14 c	3.04±0.17 a	1.91±0.14 c	1.35±0.13 a	1.88±0.17 a	15.11±0.28 c
黄豆 <i>Glycine max</i>	8.10±0.13 a	2.91±0.19 a	3.00±0.25 a	1.35±0.12 a	1.15±0.07 b	16.77±0.22 a
辣椒 <i>Capsicum frutescens</i>	7.38±0.18 b	2.73±0.18 ab	2.69±0.19 ab	1.21±0.07 a	1.92±0.19 a	16.17±0.37 ab

表中数据为平均数±标准误;同列数据后不同小写字母表示不同寄主之间差异显著($P<0.05$) (Duncan氏新复极差测验法);*未成熟期包括卵期、1龄若虫期、2龄若虫期、预蛹期和蛹期

2.5 美洲棘蓟马在不同蔬菜寄主上的存活率

在不同寄主植物上,美洲棘蓟马未成熟期的各个阶段存活率存在差异(表4)。1龄和2龄若虫期存活率低于预蛹期和蛹期。1龄若虫在油菜和辣椒上存活率最高,达94.4%,而在南瓜上存活率最低,只有74.6%。除了辣椒以外,2龄若虫在其他寄主植物上的存活率均达到了90%—95%。预蛹期和蛹期存活率都在90%以上,最高达100%。可见,不同寄主植物对美洲棘蓟马预蛹和蛹的存活率影响不大。整体来看,未成熟期存活率在辣椒上最高,达80.1%,在黄豆上存活率最低,仅为64.3%。

表4 美洲棘蓟马在不同蔬菜上的存活率

Table 4 The survival rate of *Echinothrips americanus* on different vegetables

寄主植物 Host plant	存活率 Survival rate/%				
	1龄若虫 1st instar	2龄若虫 2nd instar	预蛹 Prepupa	蛹 Pupa	未成熟期* Immature stage
黄瓜 <i>Cucumis sativus</i>	89.6	90.5	93.3	100.0	79.4
南瓜 <i>Cucurbita moschata</i>	74.6	93.3	100.0	100.0	69.8
油菜 <i>Brassica chinensis</i>	94.4	95.2	100.0	93.3	79.3
黄豆 <i>Glycine max</i>	78.5	90.5	100.0	94.4	64.3
辣椒 <i>Capsicum frutescens</i>	94.4	89.7	94.4	100.0	80.1

*未成熟期包括卵期、1龄若虫期、2龄若虫期、预蛹期和蛹期

3 讨论

3.1 美洲棘蓟马成虫对不同蔬菜寄主的偏好性

通过美洲棘蓟马成虫在不同的寄主植物的分布和产卵具有明显选择性。美洲棘蓟马成虫寄主偏好选择分为3组。第1组按虫量从大到小排列为南瓜、油菜、黄瓜、辣椒和黄豆,其成虫分布量均在10头/株以上。

第2组为豆角、小白菜、胡萝卜、番茄和茄子,其成虫分布均在2头/株以下。第3组为茴香、紫苜蓿和圆白菜,其成虫分布量均为0。美洲棘蓟马产卵选择也分为3组。第1组按虫量从大到小排列为油菜、黄瓜、辣椒、南瓜和黄豆,其产卵量均在38粒卵/株以上。第2组为豆角、茄子、小白菜、番茄和胡萝卜,其产卵量均在15粒卵/株以下。第3组为茴香、紫苜蓿和圆白菜,产卵量均为0。可见,根据成虫寄主偏好性和产卵分布划分的寄主完全一致。这与裴昌莹等和袁成明等报导的西花蓟马成虫分布量和产卵量相一致的结论相符合^[10-11]。然而美洲棘蓟马成虫寄主偏好和产卵选择的寄主植物的排序并不完全一致,油菜产卵量最大而南瓜上的成虫分布量最大。原因可能是南瓜的叶面积较大造成。王荣州等报导叶面积可以造成美洲斑潜蝇寄主选择上的差异^[17]。余道坚等报导较小的叶面积会造成更多的竞争,不利于美洲斑潜蝇的取食和产卵^[18]。本试验中茴香和紫苜蓿的成虫分布量和产卵量都为0,原因之一可能是其叶表面积太小。

国内已有研究报导造成美洲斑潜蝇和南美斑潜蝇成虫寄主选择差异的原因是寄主植物叶片的物理性状和化学成分^[17-19]。物理性状方面除了叶表面积外,还有叶的表皮毛及叶表皮的硬度和厚度。在研究美洲斑潜蝇对黄瓜品种的寄主选择试验中发现,不同品种黄瓜的叶表皮毛的密度会对美洲斑潜蝇取食和产卵造成影响^[20]。美洲棘蓟马成虫的寄主选择行为也可能受这些因素的影响。本研究中黄瓜上美洲棘蓟马的成虫分布量和产卵量都很高,可能是因为黄瓜较其他寄主叶表皮毛较密,使得昆虫一旦取食就难以脱离。而圆白菜上成虫分布量和产卵量都为0,可能是圆白菜叶表有厚厚的蜡质层,不易被锉吸式口器的昆虫取食造成^[21]。叶片的营养物质和次生物质可能会影响美洲棘蓟马成虫寄主选择^[19, 22-23]。植物叶片中的次生物质影响植食性昆虫对寄主取食和产卵的选择^[24]。不能适应柏树叶片次生物的柏小爪螨就不能取食相应的寄主^[25]。有研究发现由于番茄中含有特异的抑制西花蓟马产卵物质,当其他西花蓟马嗜好寄主(例如西葫芦等)同时存在时会造成西花蓟马在番茄叶片上基本不产卵的现象。当撤去其他寄主后,西花蓟马又重新在番茄叶片上产卵^[10]。美洲棘蓟马成虫在番茄上成虫分布量和产卵量也很低。这可能是由于其他嗜好的供试寄主存在,并且美洲棘蓟马成虫对番茄上次生物质较敏感所造成。

3.2 美洲棘蓟马在不同蔬菜寄主上的发育历期和存活率

不同的寄主植物上美洲棘蓟马未成熟各个时期的发育情况有所不同。不同的寄主主要影响其预蛹期以前的虫态,在这个发育期间存活率从74.6%到95.2%不等。预蛹期和蛹期的发育历期差异较小,平均存活率均接近100%。有研究表明西花蓟马在预蛹期和蛹期阶段的高存活率是其在此期间不食不动所造成的^[11]。而美洲棘蓟马在预蛹期和蛹期期间同样不食不动,可能是其高存活率的主要原因。

美洲棘蓟马在不同寄主植物上的发育历期和存活率并不与其成虫寄主偏好和产卵选择完全一致。美洲棘蓟马在黄瓜上发育最快,但在油菜上产卵量最大。具体原因有待进一步研究。然而美洲棘蓟马在油菜上发育速率仅次于黄瓜排第二,但在油菜上的存活率最高。试验结果基本符合最适觅食理论^[26]。有研究表明造成棉大卷叶螟在不同寄主植物上的发育历期和存活率差异的原因主要是寄主植物叶片的营养物质^[27];造成针叶小爪螨在不同寄主植物上的生长发育状况差异的原因主要是寄主植物叶片的次生物质^[28]。造成美洲棘蓟马在不同寄主植物上的发育历期和存活率差异的原因可能是寄主植物叶片的营养物质和次生物质。Mattson、McNeill 和 Southwood 发现寄主植物可溶性蛋白质与可溶性糖的比例高,昆虫的生长发育速度和存活率就高^[29-30]。

3.3 小结

该研究首次系统比较分析了美洲棘蓟马对蔬菜类寄主寄主的偏好性,结果表明该虫对黄瓜、油菜、辣椒等多种蔬菜类寄主植物具有较高的偏好性,且在這些寄主植物上具有很高的存活率,并能迅速完成其生长发育。因此,有必要加强该蓟马在蔬菜上的监测预警。美洲棘蓟马室内寄主选择试验由于缺少天敌及竞争的胁迫,必然造成其与自然界的情况有所差异,今后需要进一步对田间的发生情况进行调查研究,以更加全面的了解该虫的寄主范围与寄主偏好性。

致谢: 浙江大学唐启义教授对本研究数据分析给予指导,卢先敏和金桂华在供试植物的种植等试验过程中给

予帮助,特此致谢。

References:

- [1] Oetting R D. *Echinothrips americanus*, a thrips of increased significance on ornamentals // Proceedings of the 32nd Southern Nurserymen Association Research. Conference, Atlanta, Georgia, USA. 1987: 194-195.
- [2] Mound R, Pollini A. *Echinothrips americanus*, a new pest of the Italian greenhouse. *Informatore Fitopatologico*, 1999, 49(6): 61-64.
- [3] Itoh K, Oguri A, Suzuki A. Occurrence and control of insect pests in Perilla on Aichi Prefecture. *Proceedings of the Kansai Plant Protection Society*, 2003, 45: 71-72.
- [4] Karadjova O and Krumov V. *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae), a new pest of the Bulgarian greenhouses // Proceedings of the International Scientific Conference at the 50th Anniversary of the University of Forestry. Plant Protection Section, Sofia, Bulgaria, 2003: 122-125.
- [5] Mirab-balou M A, Lu H, Chen X X. First record of *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) in mainland China, with notes on distribution and host plants. *Acta Zootaxonomica Sinica*, 2010, 35(3): 674-679.
- [6] Wei S J, Mirab-balou M, Shi B C, Liu J, Kang Z J, Chen X X, Lu H. External morphology and molecular identification of the newly found invasive pest *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) in China. *Acta Entomologica Sinica*, 2010, 53(6): 715-720.
- [7] Zhang X C. New Record of *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) in China Mainland and Its Biology [D]. Yangling: North A & F University, 2010: 10-11.
- [8] Brodbeck B V, Funderburk J, Stavisky J, Andersen P C, Hulshof J. Recent advances in the nutritional ecology of Thysanoptera, or the lack thereof // Marullo R, Mound L A, eds. *Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera*. Canberra: Australian National Insect Collection, 2002: 145-153.
- [9] Li J T, Deng J H, Duan, D X, Li Z Y, Ding Y M, Liu Z S, Xiao C. Distribution of *Frankliniella occidentalis* on different varieties of *Dianthus caryophyllus* in the field. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2009, 46(2): 276-279.
- [10] Pei C Y, Zheng C Y. Selectivity of *Frankliniella occidentalis* (Pergande) on different host vegetables. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*, 2011, 19(2): 383-387.
- [11] Yuan C M, Zhi J R, Cao Y, Ma H. Selectivity of *Frankliniella occidentalis* to vegetable hosts. *Acta Ecologica Sinica*, 2011, 31(6): 1720-1726.
- [12] Milne M, Walter G H. Host species and plant part specificity of the polyphagous onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), in an Australian cotton-growing area. *Australian Journal of Entomology*, 1998, 37(2): 115-119.
- [13] Varga L, Fedor P J, Suvák M, Kiselák J, Atakan E. Larval and adult food preferences of the poinsettia thrips *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Pest Science*, 2010, 83(3): 319-327.
- [14] Ramakers P M J, van den Meiracker R A F, Mulder S. Predatory thrips as thrips predators. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent*, 2000, 65(2): 343-350.
- [15] Tang Q Y. *DPS Data Processing System -Experimental Design, Statistical Analysis and Data Mining*. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2010: 75-209.
- [16] Rasmann S, Turlings T C J. Simultaneous feeding by aboveground and belowground herbivores attenuates plant-mediated attraction of their respective natural enemies. *Ecology Letters*, 2007, 10(10): 926-936.
- [17] Wang R Z, Bao Z X. Preliminary report on host-selection of *Liriomyza sativae* Blanchard. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2001, (3): 149-152.
- [18] Yu D J, Zhang R J, Zhou C Q, Li Y T. Host plant preference of the leafminer, *Liriomyza sativae* (Diptera: Agromyzidae). *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyateni*, 2000, 39(1): 86-90.
- [19] Han J L, Pang B P, Pang Z, Gao S J, Cui W. Host plant selectivity and mechanism of *Liriomyza huidobrensis* on different varieties of eggplants. *Journal of Inner Mongolia Agricultural University: Natural Science Edition*, 2005, 26(3): 29-32.
- [20] Li S Q, Deng W X, Zhang Q D, Cui Q. Studies on the host selection of *Liriomyza sativae* Blanchard to Cucumber L. varieties. *Journal of Huazhong Agricultural University: Natural Science Edition*, 2006, 25(2): 134-137.
- [21] Zhou F C, Huang Z, Wang Y, Li C M, Zhu S D. Host plant selection of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(8): 3825-3831.
- [22] He Y X, Yang X J, Weng Q Y, Wang M M. Host selectivity of the leaf miner, *Liriomyza huidobrensis* to vegetable varieties. *Fujian Journal of Agricultural Sciences*, 2006, 21(1): 28-31.
- [23] Yuan H X, Zhang J P, Li Q. Host preference and mechanism of *Tetranychus turkestani* (Vgorag & Nikolski) to different cotton varieties. *Xinjiang*

Agricultural Sciences, 2009, 46(6): 1258-1262.

- [24] Fagoonee I, Toory V. Preliminary investigations of host selection mechanisms by the leafminer *Liriomyza trifolii*. International Journal of Tropical Insect Science, 1983, 4(4): 337-341.
- [25] Yu J G, Han G H, Pei Y H, Liu X H, Meng Q Y, Sun X G. Effect of different cypresses on the host selection and development of *Oligonychus perditus* (Acarina: Tetranychidae). Forest Pest and Disease, 2006, 25(6): 17-20.
- [26] Scheirs J, Zoebisch T G, Schuster D J, de Bruyn L. Optimal foraging shapes host preference of a polyphagous leafminer. Ecological Entomology, 2004, 29(3): 375-379.
- [27] Wu J H, Huang Z, Ren S X, Zhou H P. Effect of host plant on the biological characters of *Sylepta derogata* (Lepidoptera: Pyralidae). Acta Phytophylacica Sinica, 2007, 34(6): 659-660.
- [28] Liu X H, Meng Q Y, Li Z X, Liu X F, Xun X G. Difference of bionomics of *Oligonychus ununguis* in four different host plants. Forest Pest and Disease, 2007, 26(1): 15-17.
- [29] Mattson W J. Herbivory in relation to plant nitrogen content. Annual Review of Ecology and Systematics, 1980, 11(1): 391-403.
- [30] McNeill S, Southwood T R E. Role of nitrogen in the development of insect-plant relationships // Harboun J B, ed. Biochemical Aspects of Plant and Animal Coevolution. New York: Academic Press, 1978: 77-98.

参考文献:

- [6] 魏书军, 马吉德, 石宝才, 宫亚军, 刘静, 康总江, 陈学新, 路虹. 我国新入侵外来害虫美洲棘蓟马的外部形态和分子鉴定. 昆虫学报, 2010, 53(6): 715-720.
- [7] 张晓晨. 中国大陆新记录种美棘蓟马 *Echinothrips americanus* Morgan (Thysanoptera: Thripidae) 及其生物学研究 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2010: 10-11.
- [9] 李江涛, 邓建华, 段登晓, 李正跃, 丁元明, 刘忠善, 肖春. 西花蓟马在康乃馨不同品种上的田间分布. 昆虫知识, 2009, 46(2): 276-279.
- [10] 裴昌莹, 郑长英. 西花蓟马对不同蔬菜寄主的选择性研究. 中国生态农业学报, 2011, 19(2): 383-387.
- [11] 袁成明, 邹军锐, 曹宇, 马恒. 西花蓟马对蔬菜寄主的选择性. 生态学报, 2011, 31(6): 1720-1726.
- [15] 唐启义. DPS 数据处理系统-实验设计、统计分析及数据挖掘 (第二版). 北京: 科学出版社, 2010: 75-209.
- [17] 王荣洲, 鲍祖胜. 美洲斑潜蝇寄主选择性研究初报. 浙江农业科学, 2001, (3): 149-152.
- [18] 余道坚, 张润杰, 周昌清, 李雨庭. 美洲斑潜蝇寄主选择性的研究. 中山大学学报: 自然科学版, 2000, 39(1): 86-90.
- [19] 韩靖玲, 庞保平, 庞琢, 高书晶, 崔威. 南美斑潜蝇对不同茄子品种的选择性及其机理的研究. 内蒙古农业大学学报: 自然科学版, 2005, 26(3): 29-32.
- [20] 李绍勤, 邓望喜, 张求东, 崔琪. 美洲斑潜蝇对黄瓜品种的寄主选择性研究. 华中农业大学学报, 2006, 25(2): 134-137.
- [21] 周福才, 黄振, 王勇, 李传明, 祝树德. 烟粉虱 (*Bemisia tabaci*) 的寄主选择性. 生态学报, 2008, 28(8): 3825-3831.
- [22] 何玉仙, 杨秀娟, 翁启勇, 王茂明. 南美斑潜蝇对蔬菜寄主的选择性. 福建农业学报, 2006, 21(1): 28-31.
- [23] 袁辉霞, 张建萍, 李庆. 土耳其斯坦叶螨对棉花不同品种(系)的寄主选择性及其机理初步研究. 新疆农业科学, 2009, 46(6): 1258-1262.
- [25] 于金国, 韩国华, 裴元慧, 刘学辉, 孟庆英, 孙绪良. 不同柏树对柏小爪螨寄主选择及生长发育的影响. 中国森林病虫, 2006, 25(6): 17-20.
- [27] 吴建辉, 黄振, 任顺祥, 周慧平. 寄主植物对棉大卷叶螟生物学特性的影响. 植物保护学报, 2007, 34(6): 659-660.
- [28] 刘学辉, 孟庆英, 李中新, 刘学峰, 孙绪良. 针叶小爪螨在四种寄主植物上的生物学特性差异. 中国森林病虫, 2007, 26(1): 15-17.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 5 March, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- The effect of nitrogen deposition on forest soil organic matter and litter decomposition and the microbial mechanism WANG Jingyuan, ZHANG Xinyu, WEN Xuefa, et al (1337)
- Advances and the effects of industrial hemp for the cleanup of heavy metal pollution LIANG Shumin, XU Yanping, CHEN Yu, et al (1347)
- A review for evaluating the effectiveness of BMPs to mitigate non-point source pollution from agriculture MENG Fande, GENG Runzhe, OU Yang, et al (1357)
- Progresses in dendrochronology of shrubs LU Xiaoming, LIANG Eryuan (1367)

Autecology & Fundamentals

- The characteristics of nocturnal sap flow and stem water recharge pattern in growing season for a *Larix principis-rupprechtii* plantation WANG Yanbing, DE Yongjun, XIONG Wei, et al (1375)
- Effects of soil drought stress on photosynthetic characteristics and antioxidant enzyme activities in *Hippophae rhamnoides* Linn. seedlings PEI Bin, ZHANG Guangcan, ZHANG Shuyong, et al (1386)
- Diurnal activity time budget of Père David's deer in Hubei Shishou Milu National Nature Reserve, China YANG Daode, LI Zhuyun, LI Pengfei, et al (1397)
- Sublethal effects of three insecticides on the reproduction and host searching behaviors of *Sclerodermus sichuanensis* Xiao (Hymenoptera: Bethytidae) YANG Hua, YANG Wei, YANG Chunping, et al (1405)

Population, Community and Ecosystem

- Seasonal succession of zooplankton in Sansha Bay, Fujian XU Jiayi, XU Zhaoli (1413)
- Biomass production and litter decomposition of lakeshore plants in Napahai wetland, Northwestern Yunnan Plateau, China GUO Xuhu, XIAO Derong, TIAN Kun, et al (1425)
- The flora and species diversity of herbaceous seed plants in wetlands along the Xin'anjiang River from Anhui YANG Wenbin, LIU Kun, ZHOU Shoubiao (1433)
- Spatial-temporal variation of root-associated aerobic bacterial communities of *phragmites australis* and the linkage of water quality factors in constructed wetland XIONG Wei, GUO Xiaoyu, ZHAO Fei (1443)
- Temporal dynamics and influencing factors of leaf respiration for three temperate tree species WANG Zhaoguo, WANG Chuankuan (1456)
- Environmental controls on water use efficiency of a poplar plantation under different soil water conditions ZHOU Jie, ZHANG Zhiqiang, SUN Ge, et al (1465)
- An analysis of calcium components of *Artemisia ordosica* plant on sandy lands in different ecological regions XUE Pingping, GAO Yubao, HE Xingdong (1475)
- Effects of alpine meadow plant communities on soil nematode functional structure in Northern Tibet, China XUE Huiying, HU Feng, LUO Daqing (1482)
- Soil fauna diversity of abandoned land in a copper mine tailing area ZHU Yongheng, SHEN Fei, YU Jian, et al (1495)
- Effects of ciprofloxacin on microbial biomass carbon and carbon metabolism diversity of soil microbial communities MA Yi, PENG Jinju, WANG Yun, et al (1506)
- Estimation of ecological water demands based on ecological water table limitations in the lower reaches of the Liaohe River Plain, China SUN Caizhi, GAO Ying, ZHU Zhengru (1513)

Landscape, Regional and Global Ecology

- The ecological security patterns and construction land expansion simulation in Gaoming SU Yongxian, ZHANG Hong'ou, CHEN Xiuzhi, et al (1524)
- Root features of typical herb plants for hillslope protection and their effects on soil infiltration LI Jianxing, HE Binghui, CHEN Yun (1535)

The dynamic change of the thermal environment landscape patterns in Beijing, Shanghai and Guangzhou in the recent past decade	MENG Dan, WANG Mingyu, LI Xiaojuan, et al (1545)
Change trends and driving factors of base flow in Kuye River Catchment	LEI Yongnan, ZHANG Xiaoping, ZHANG Jianjun, et al (1559)
Photosynthetic characteristics, biomass allocation, C,N and P distribution of <i>Schima superba</i> seedlings in response to simulated nitrogen deposition	LI Mingyue, WANG Jian, WANG Zhenxing, et al (1569)
Effect of iron slag adding on methane production, oxidation and emission in paddy fields	WANG Weiqi, LI Pengfei, ZENG Congsheng, et al (1578)

Resource and Industrial Ecology

Antioxidative system and chlorophyll fluorescence of <i>Zizania latifolia</i> Turcz. plants are affected by <i>Ustilago esculenta</i> infection	YAN Ning, WANG Xiaoqing, WANG Zhidan, et al (1584)
Analysis of cold-regulated gene expression of the Fingered Citron(<i>Citrus medica</i> L. var. <i>sarcodactylis</i> Swingle)	CHEN Wenrong, YE Jiejun, LI Yongqiang, et al (1594)
Hosts preference of <i>Echinothrips americanus</i> Morgan for different vegetables ...	ZHU Liang, SHI Baocai, GONG Yajun, et al (1607)
Induction effects of jasmonic acid on tannin content and defense-related enzyme activities in conventional cotton plants	YANG Shiyong, WANG Mengmeng, XIE Jianchun (1615)
Effects of irrigation with paper mill effluent on growth and nutrient status of <i>Populus tomentosa</i> seedlings	WANG Ye, XI Benye, CUI Xiangdong, et al (1626)
Water use efficiency of Jiangsu Province based on the data envelopment analysis approach	ZHAO Chen, WANG Yuan, GU Xueming, et al (1636)

Research Notes

Characteristics of precipitation distribution in <i>Pinus tabulaeformis</i> plantations under different canopy coverage in Taiyue Mountain	ZHOU Bin, HAN Hairong, KANG Fengfeng, et al (1645)
Driving factor analysis on the vegetation changes derived from the Landsat TM images in Beijing	JIA Baoqun (1654)
Effects of <i>Mikania micrantha</i> wilt virus infection on photosynthesis and the activities of four enzymes in <i>Mikania micrantha</i> H. B. K.	WANG Ruilong, PAN Wanwen, YANG Jiaoyu, et al (1667)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的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;新书评价和学术、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 5 期 (2013 年 3 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 5 (March, 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