

温度对 2 个地理种群莲草直胸跳甲 成虫产卵量及存活率的影响

李建宇, 史梦竹, 郑丽祯, 傅建炜*

福建省农业科学院植物保护研究所, 福建 福州 350013

摘要:【背景】温度对莲草直胸跳甲种群增长具有重要作用,了解引进的莲草直胸跳甲泰国种群的温度适应性,同时与福州本地种群相比较,可以有效地利用其防治空心莲子草。【方法】采用室内继代饲养的方法,设置 3 个温度,对莲草直胸跳甲福州本地种群和泰国热带种群的成虫产卵量及存活率进行了研究。【结果】在相同温度条件下,泰国热带种群的繁殖力显著高于福州本地种群。随着温度的升高,泰国热带种群和福州本地种群的产卵量均有显著下降,但泰国热带种群的产卵量均稍高于福州本地种群。在 3 个试验温度下,莲草直胸跳甲泰国热带种群的成虫寿命较福州本地种群的寿命长。【结论与意义】莲草直胸跳甲泰国热带种群对温度的适应性和繁殖力强,更容易构建种群,有利于对空心莲子草的生物防治。

关键词: 泰国热带种群; 莲草直胸跳甲; 空心莲子草; 温度适应性

Effects of temperature on the fecundity and survival of *Agasicles hygrophila* from two geographic populations

Jian-yu LI, Meng-zhu SHI, Li-zhen ZHENG, Jian-wei FU*

Institute of Plant Protection, Fujian Academy of Agricultural Sciences, Fuzhou, Fujian 350013, China

Abstract:【Background】*Agasicles hygrophila* was introduced to control *Alternanthera philoxeroides*. This paper studied two geographically distinct populations of *Agasicles hygrophila* to examine their differential adaptive responses to temperature.【Method】The fecundity and survival of *Agasicles hygrophila* of a Thailand population and a Fuzhou, China, population were exposed to three different temperatures by continuously rearing over a period of three generations.【Result】The study showed that the reproductive rate of the Thailand population was faster than the Chinese population of Fuzhou when exposed at the same temperature. With temperatures increasing, the fecundity of the two geographic populations both decreased significantly, but the oviposition amount of Thailand tropical population was more than Fuzhou local population. At the same time *Agasicles hygrophila* of Thailand tropical population had longer lifetime than Fuzhou local population at the test temperature.【Conclusion and significance】The reproductive capacity of Thailand tropical *Agasicles hygrophila*, with stronger adaptation to temperature, is better than Fuzhou local population. It can establish populations more rapidly in the summer and can be beneficial to control of *Alternanthera philoxeroides*.

Key words: Thailand tropical population; *Agasicles hygrophila*; *Alternanthera philoxeroides*; thermal adaptability

空心莲子草 *Alternanthera philoxeroides* Griseb 属 苋科 *Amaranthaceae* 莲子草属 *Alternanthera* Forsk, 又名喜旱莲子草、水花生、革命草,英文名 alligator weed,是多年生宿根草本植物(万方浩等,2005)。20 世纪 30 年代末被引入我国上海郊区栽培,后来在我国南方一些省市作为猪羊饲料草种植(王韧等,1988),现已广泛传播至华东、华中、华南和西南等地区,对种植、水产、水利、航运、物种资源、环境

等造成极为不利的影响,成为我国亟待防除的重要外来恶性杂草之一(马瑞燕等,2003;王韧等,1988)。2003 年 1 月,中国国家环境保护总局和中国科学院将空心莲子草列为我国第一批 16 种外来入侵物种之一。

莲草直胸跳甲 *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt,作为空心莲子草的一种重要天敌,对空心莲子草有很好的控制效果(中国国家环境保护总局和

收稿日期(Received): 2013-01-02 接受日期(Accepted): 2013-02-06

基金项目: 国家“973”计划项目(2009CB119206); 国家“十一五”科技支撑计划课题(2006BAD08A18); 国家自然科学基金(31272107); 福建省农科院青年基金基础研究(2010QA-7、2011QA-8); 福建省属公益类科研院所基本科研专项(2009R10028-8)

作者简介: 李建宇,男,助理研究员,硕士。研究方向: 生物入侵、害虫防治。E-mail: roy111999@foxmail.com

* 通讯作者(Author for correspondence), E-mail: fjw9238@yahoo.com.cn

中国科学院, 2003; Julien *et al.*, 1995)。我国于 1986 年引进莲草直胸跳甲后, 对其生物学、生态学、风险性评估、寄主专一性等开展了系统研究, 并进行了野外大面积释放, 取得了显著成效(李宏科和王韧, 1994; 张格成等, 1997)。

国内外对莲草直胸跳甲的研究主要集中在其对空心莲子草的防治效果、食性和生态适应性等生物学特性方面(傅建炜等, 2011b; 马瑞燕, 2001; 赵鑫等, 2009; Stewart *et al.*, 2000)。温度是制约昆虫种群增长的重要因素(罗峰和雷朝亮, 2004; 伍志山等, 2000)。有关温度对莲草直胸跳甲的影响有众多研究(傅建炜等, 2011a; 吴珍泉等, 1994; Guo *et al.*, 2010)。15 ℃时, 莲草直胸跳甲雌成虫产卵量下降, 不能孵化, 幼虫的存活率极低(Stewart *et al.*, 1999a、1999b); 27 ℃时, 莲草直胸跳甲孵化率、存活率、繁殖力和种群趋势指数均最大, 24 ~ 27 ℃为其最适温区(陈文胜等, 2010; 吴珍泉等, 1994); 32 ℃以上气温会抑制莲草直胸跳甲的生长繁殖(黄文星, 2007)。本文将对引进的莲草直胸跳甲泰国热带种群进行温度适应性研究, 明确其在福州本地种群适宜生存的温度范围内是否具有更好的适应性, 能否对防治空心莲子草起到积极作用。

1 材料与方法

1.1 供试杂草及天敌

空心莲子草栽培于福建省农业科学院植物保护研究所南通中试基地大棚。部分移栽于长方形塑料盆(45 cm × 35 cm × 15 cm)的腐殖质土壤中, 每盆 45 ~ 50 株, 每周浇水 2 次保持适度的土壤湿度, 待植株长至 20 ~ 30 cm 时取顶端 5 ~ 6 节的茎秆供试。

莲草直胸跳甲, 福州本地种群: 2009 年 5 月采自基地附近的池塘, 饲养于该基地的人工气候室, 条件为(25 ± 1) ℃, 相对湿度 RH 85% ± 5%, 12 h 光照; 泰国热带种群: 泰国皇家科学院提供, 隔离饲养在福建省农业科学院植物保护研究所南通基地天敌繁育室, 条件为(28 ± 1) ℃, 相对湿度 RH 85% ± 5%, 12 h 光照。采用上述盆栽空心莲子草饲养 3 代, 分别取初产卵和初羽化成虫供试。

1.2 试验方法

将吸足水的花泥放入塑料盒(19 cm × 12 cm × 8 cm), 在花泥上插入 5 株新鲜的、叶片完整的、长约 7 cm 的空心莲子草植株, 接入 10 对莲草直胸跳甲成虫(♂: ♀ = 1: 1)。此后, 每天更换新鲜寄主植物茎秆, 记录莲草直胸跳甲死亡数和产卵量, 观察至跳甲成虫全部死亡为止, 雌雄分别统计。期间适时向花泥内补水以保持湿度。试验设 3 个温度处理, 分别为 18、25、32 ℃, 每个处理重复 5 次。试验在智能人工气候箱(型号 PRX-450D, 宁波海曙赛福实验仪器厂)中进行, 并均设置为 RH 85% ± 5%, 12 h 光照, 光照度为额定光照度的 60% (18000 lx)。

1.3 数据分析

产卵量 2 个处理间的比较, 采用 Student's *t*-test 进行方差分析, 数据分析采用统计软件 SPSS 17.0。

2 结果与分析

2.1 莲草直胸跳甲成虫产卵量

不同温度下 2 个地理种群莲草直胸跳甲成虫产卵量差异较大(表 1)。在相同温度条件下, 莲草直胸跳甲泰国热带种群的产卵量大于福州本地种群, 且 2 个种群产卵量之间差异显著。同时, 在试验温度范围内, 随着温度升高, 泰国热带种群和福州本地种群的产卵量均显著下降。

表 1 2 个种群莲草直胸跳甲的成虫产卵量
Table 1 Adult fecundity of *A. hygrophila* between two populations

温度 Temperature (℃)	成虫产卵量(粒) Adult fecundity ($\bar{X} \pm SE$)		<i>t</i> , <i>df</i> , <i>P</i>
	福州种群 Fuzhou population	泰国种群 Thailand population	
18	430.42 ± 40.65b	626.40 ± 41.48a	<i>t</i> = -3.375, <i>df</i> = 8, <i>P</i> = 0.010
25	228.14 ± 4.65b	323.10 ± 24.22a	<i>t</i> = -3.851, <i>df</i> = 8, <i>P</i> = 0.005
32	27.46 ± 0.99b	31.30 ± 1.03a	<i>t</i> = -2.682, <i>df</i> = 8, <i>P</i> = 0.028

同列数据后不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。
Different small letters a and b in the same row indicate significant differences among treatments ($P < 0.05$) using a Student's *t*-test.

2.2 莲草直胸跳甲的成虫存活率差异

在18℃下,莲草直胸跳甲泰国热带种群雄虫的存活率下降速度较慢,寿命最长,持续饲养121 d,雄虫全部死亡;泰国热带种群雌虫寿命也较长,持续饲养120 d全部死亡。而福州本地的莲草直胸跳甲雄虫的存活率下降速度较快,在持续饲养74 d时全部死亡;莲草直胸跳甲福州本地种群雌虫的存活率下降速度最快,寿命最短,最长仅存活61 d。在18℃持续饲养过程中,莲草直胸跳甲泰国种群的雌雄成虫存活率均高于福州种群;16 d后,福州本地种群雌雄成虫的存活率均迅速降低(图1)。

从图2可以看出,在25℃下,莲草直胸跳甲泰

国热带种群雌虫的寿命最长,福州本地种群雌虫的寿命最短。其中,莲草直胸跳甲福州本地种群雌虫存活率下降速度最快,在持续饲养30 d后全部死亡,雄虫在持续饲养32 d后全部死亡;莲草直胸跳甲泰国热带种群雌虫在持续饲养50 d后全部死亡,雄虫在持续饲养51 d后全部死亡,存活率下降速度最慢。

在32℃下,2个地理种群莲草直胸跳甲的存活率均迅速下降,寿命较短,两者无明显差异。莲草直胸跳甲福州本地种群雌虫在持续饲养14 d后全部死亡,雄虫在持续饲养15 d后全部死亡;泰国热带种群雌雄成虫分别在持续处理16和17 d后全部死亡(图3)。

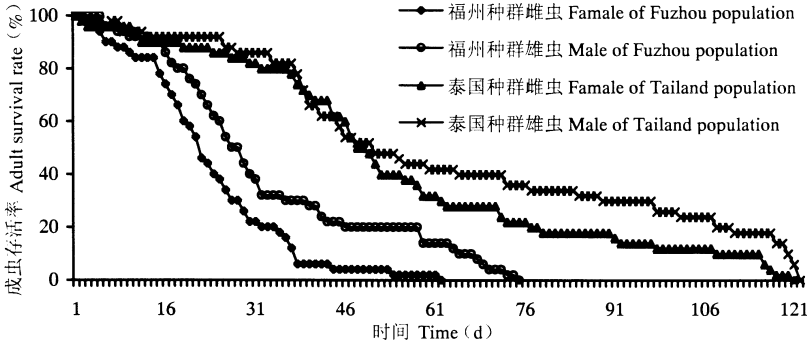


图1 18℃下2个地理种群莲草直胸跳甲成虫存活率
Fig. 1 Adult survival of *A. hygrophila* of the two geographic populations at 18 °C

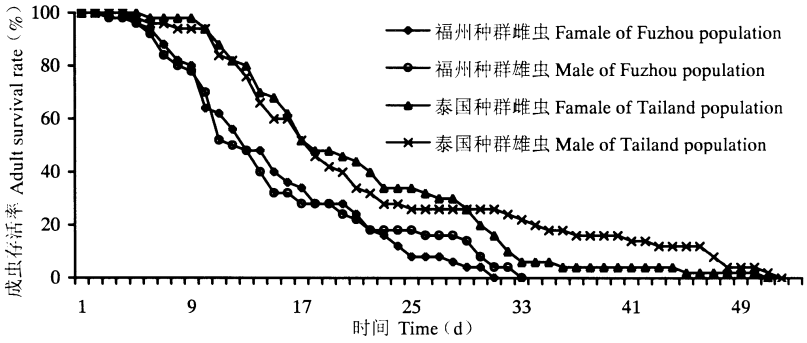


图2 25℃下2个地理种群莲草直胸跳甲成虫存活率
Fig. 2 Adult survival of *A. hygrophila* of the two geographic populations at 25 °C

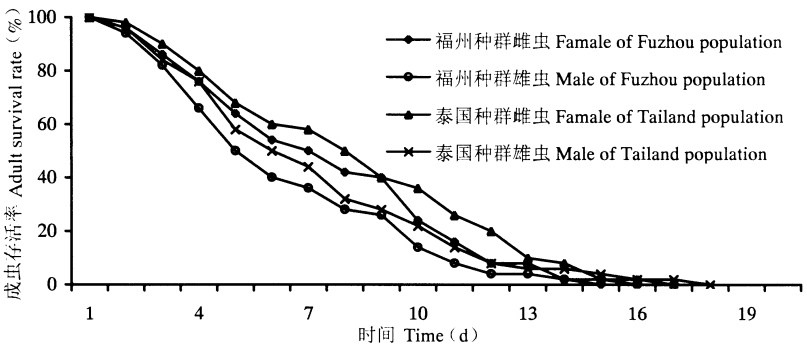


图3 32℃下2个地理种群莲草直胸跳甲成虫存活率
Fig. 3 Adult survival of *A. hygrophila* of the two geographic populations at 32 °C

3 结论与讨论

低温或高温条件会对莲草直胸跳甲的生长发育产生严重影响,甚至造成卵不孵化和幼虫死亡(Stewart *et al.*, 1999a、1999b)。因此,在保证莲草直胸跳甲能够完成整个生活史的前提下,试验设置了 18、25 和 32 °C 3 个温度处理进行研究。结果表明,在试验温度范围内,随着温度的升高,莲草直胸跳甲泰国热带和福州本地 2 个种群的产卵量均显著下降,这与赵鑫等(2009)的研究结果相符。

同时,莲草直胸跳甲泰国热带种群成虫的寿命较福州本地种群成虫的寿命长。在相同温度条件下,莲草直胸跳甲泰国热带种群的繁殖力显著大于福州本地种群,更容易构建种群,可以在一定范围内对空心莲子草进行有效控制。

此外,24 ~ 27 °C 为莲草直胸跳甲的最适温区,而本研究发现在 3 个试验温度下,18 °C 时其存活时间最长,累计产卵量最多,这可能是由于低温条件下,莲草直胸跳甲的发育较为缓慢,导致其发育历期延缓(陈文胜等,2010)。

参考文献

- 陈文胜,区焯林,崔志新,王蕴渡,刘丽屏. 2010. 温度对空心莲子草叶甲生长发育及繁殖的影响. *广东农业科学*, 3: 142 – 144.
- 傅建伟,郭建英,李赞斌,史梦竹,李建宇,万方浩. 2011a. 温度对莲草直胸跳甲繁殖与生存的影响. *生物安全学报*, 20(2): 119 – 123.
- 傅建伟,马明勇,郭建英,李彦宁,罗源华. 2011b. 除草剂对莲草直胸跳甲存活与繁殖的影响. *生物安全学报*, 20(4): 285 – 290.
- 黄文星. 2007. 水花生叶甲控草效果评价及越冬保护技术研究. *农业环境与发展*, (2): 61 – 62.
- 李宏科,王韧. 1994. 空心莲子草叶甲的越冬保护和大量繁殖释放研究. *生物防治通报*, 10(1): 11 – 14.
- 罗峰,雷朝亮. 2004. 棉露尾甲发育起点温度和有效积温的研究. *昆虫知识*, 41(3): 252 – 254.
- 马瑞燕. 2001. 空心莲子草叶甲天敌——莲草直胸跳甲引进中国后的生态适应性研究. 北京: 中国农业科学院.
- 马瑞燕,丁建清,李佰铜,吴珍泉,王韧. 2003. 莲草直胸跳甲在不同生态型空心莲子草上的化蛹适应性. *中国生物防治*, 19(2): 54 – 58.

- 万方浩,郑小波,郭建英. 2005. 重要农林外来入侵物种的生物学与控制. 北京: 科学出版社.
- 王韧,王远,张格成. 1988. 空心莲子草叶甲寄主专一性测验. *生物防治通报*, 4(1): 14 – 17.
- 吴珍泉,蔡元呈,郭振铎,王天宝. 1994. 温、湿度对空心莲子草叶甲生长发育的影响. *福建农业大学学报*, 23(1): 46 – 50.
- 伍志山,陈家骅,张玉珍,王元康,曾远程. 2000. 温度对烟草甲生长发育的影响. *华东昆虫学报*, 9(2): 59 – 62.
- 张格成,李继祥,陈秀华. 1997. 曲纹叶甲防治空心莲子草的应用研究. *中国南方果树*, 26(5): 47 – 49.
- 赵鑫,傅建伟,万方浩,郭建英,王进军. 2009. 短时高温暴露对莲草直胸跳甲生殖适应性的影响. *昆虫学报*, 52(10): 1110 – 1114.
- 中国国家环境保护总局,中国科学院. 2003. 关于发布中国第一批外来入侵物种名单的通知. 第 11 号.
- Guo J Y, Fu J W, Xian X Q, Ma M Y and Wan F H. 2010. Performance of *Agasicles hygrophila* (Coleoptera: Chrysomelidae), a biological control agent of invasive alligator weed, at low non-freezing temperatures. *Biological Invasions*, DOI 10.1007/s10530-010-9932-3.
- Julien M H, Skarratt B and Maywald G F. 1995. Potential geographical distribution of alligator weed and its biological control by *Agasicles hygrophila*. *Journal of Aquatic Plant Management*, 33: 55 – 60.
- Stewart C A, Chapman R B, Barrington A M and Frampton C M A. 1999a. Influence of temperature on adult longevity, oviposition and fertility of *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt (Coleoptera: Chrysomelidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 26: 191 – 197.
- Stewart C A, Chapman R B, Emberson R M, Syrett P and Frampton C M A. 1999b. The effect of temperature on the development and survival of *Agasicles hygrophila* Selman & Vogt (Coleoptera: Chrysomelidae), a biological control agent for alligator weed (*Alternanthera philoxeroides*). *New Zealand Journal of Zoology*, 26(1): 11 – 20.
- Stewart C A, Chapman R B and Frampton C M A. 2000. Growth of alligator weed (*Alternanthera philoxeroides*) and population development of *Agasicles hygrophila* in northern New Zealand. *Plant Protection*, 15: 95 – 101.

(责任编辑:彭露)

