

低温胁迫对褐飞虱种群发生的影响

张焱娇, 杨煌朕, 李保玲* (浙江农林大学农业与食品科学学院, 浙江杭州 311300)

摘要 [目的]探讨低温对褐飞虱种群发生发展的影响。[方法]选取3个低温(13、17、19℃)和一个对照温度(26℃),对褐飞虱若虫存活率和发育历期进行统计分析;同时选取新羽化的褐飞虱成虫,记录上述温度下的成虫产卵量和雌虫寿命,最后对9月下旬杭州市稻田内外的温度进行调查分析。[结果]褐飞虱若虫发育受低温的影响表现为发育历期变长和存活率下降,17℃时的存活率仅为36.3%;低温能够造成成虫产卵量下降和寿命变长,13℃时出现不产卵和所产卵无法孵化的情况。17℃时的世代历期为68d,大大减缓了种群世代的发展;9月下旬田间气温有所下降,对褐飞虱有一定的防控作用。[结论]低温对褐飞虱种群的发生发展起到了明显的抑制作用,为田间褐飞虱的预测预判和绿色防控提供理论依据。

关键词 褐飞虱;低温胁迫;存活率;繁殖力

中图分类号 S433.39 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)31-0146-03

Effects of Low Temperature Stress on Occurrence of Brown Planthopper Population

ZHANG Han-jiao, YANG Huang-zhen, LI Bao-ling (School of Agriculture and Food Science, Zhejiang A&F University, Hangzhou, Zhejiang 311300)

Abstract [Objective] To study the effect of low temperature on the occurrence and development of brown planthopper (BPH) population. [Method] Three low-temperature (13, 17, 19 °C) and a reference temperature (26 °C) were selected and a statistical analysis on survival rate and development period of the BPH nymph were carried out. At the same time, newly eclosion BPH were selected for recording the spawning amount and life span at the above temperatures. Finally, the temperature inside and outside the rice fields in Hangzhou was investigated and analyzed in late September. [Result] BPH nymph development was obviously affected by low temperature, which showed that the development period was longer and the survival rate was lower than the control group. When the temperature was 17 °C, the mortality was only 36.3%. Low temperature could cause oviposition decline and longer life. Female BPH did not produce eggs and eggs cannot hatch at 13 °C. The generation period at 17°C was 68 days, which greatly slowed the development of the population. The field temperature decreased in late September, which had certain control effect on BPH. [Conclusion] Low temperature has a significant inhibitory effect on the occurrence and development of BPH populations, which can provide theoretical basis for the prediction and prevention of brown planthopper in the field.

Key words Brown planthopper; Low temperature stress; Survival rate; Fecundity

褐飞虱广泛分布于包括南亚、朝鲜、日本、澳大利亚等地在内的世界各水稻种植地区^[1]。在我国,褐飞虱于20世纪60年代开始危害我国长三角水稻种植区,随后迅速发展,逐渐成为西南水稻种植地区的主要害虫^[2]。进入21世纪以来,褐飞虱种群连年暴发^[3]。秋季温度升高被认为是褐飞虱种群连年暴发的重要因素之一^[3-4]。近年来,随着国内外学者关于温度对昆虫影响的研究不断深入,发现温度的变化对多种昆虫的存活、繁殖、性比、生理、行为等方面产生不利影响,进而影响到其种群发展和分布^[5-7]。

气候变化对农业生产的影响不容忽视,昆虫作为农业生产环节重要的生物因子,也必将受到气候变化的影响^[8]。尤其是稻飞虱在我国暴发成灾后,水稻生长后期的田间温度对褐飞虱的发生预测和防治适期的确定尤为重要^[9]。研究表明,温度对褐飞虱生长发育、繁殖等生物学特性具有显著影响^[10-12]。李干金等^[13]研究表明,在39~40℃高温暴露下,褐飞虱成虫存活及产卵量和后代总存活能力显著下降。因此,研究低温对褐飞虱生物学特性的影响更为重要。笔者研究低温条件对褐飞虱种群生物学的影响,包括低温对褐飞虱成虫繁殖力、寿命以及若虫发育历期和存活率的影响,以及低温对褐飞虱种群发生的影响,以期田间褐飞虱的预测预判和

绿色防控提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 虫源。褐飞虱种群为2006年采自于浙江大学华家池校区内的农场,在人工气候箱内(温度26℃,相对湿度75%,光周期16h/d)用水稻苗(Taichung Native 1, TN1)饲养。

1.1.2 水稻品种。供试水稻品种为TN1。先将TN1种子进行催芽,具体:浸于500mL烧杯中,置于28℃培养箱中1d换1次水。2d后待稻种发芽后,将其转移至直径20cm的培养皿中,待稻苗长至5cm可用于饲养褐飞虱种群。部分稻苗长至10cm时移栽至稻田,生育期达60d以上的分蘖期水稻用于后期试验。

1.2 方法

1.2.1 不同温度对褐飞虱若虫生长发育的影响。采集初孵若虫接入直径4cm×20cm的试管中,每管15只,重复6次。供试水稻为生育期60d以上的TN1稻苗,每3d换1次。人工气候箱温度分别设定为13、17、19和26℃,相对湿度75%,光周期16h/d。每隔24h记录若虫存活数量和发育龄期。

1.2.2 不同温度对褐飞虱成虫寿命和产卵量的影响。采集初羽化24h内的褐飞虱成虫,辨别性别后放入4cm×20cm试管中,每管放入雌雄虫各1只。重复10次。供试水稻为生育期60d以上的TN1稻苗,每3d更换1次。人工气候箱温度分别设定为13、17、19和26℃,光周期16h/d条件下培养。每隔24h记录成虫产卵量和成虫的存活天数。

基金项目 浙江省自然科学基金项目(LQ14C140007);浙江农林大学科研发展基金项目(2014FR008)。

作者简介 张焱娇(1993—),女,江苏无锡人,硕士研究生,研究方向:褐飞虱致害性变异。*通讯作者,博士,从事昆虫生理生化及分子机制研究。

收稿日期 2018-06-22; **修回日期** 2018-07-09

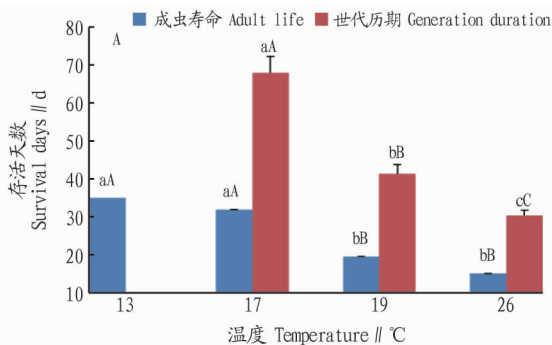
1.3 水稻田温度调查 选取浙江省杭州市临安区的水稻田进行调查,记录 2017 年 9 月 20—26 日稻田内外的温度。具体方法:在水稻田块中选取 5 个点(5 点取样法),水稻田外 1 m 高的位置放置温度记录仪,分别记录稻田内外的温度。1 d 观察 3 次,观测时间为 8:00、13:00 和 17:00。

1.4 数据处理 对于褐飞虱成虫寿命和繁殖力的相关数据,采用 Excel 2017 进行柱状图制作。使用统计软件 SPSS 20.0 进行数据分析,选用单因素方差分析(One-way ANOVA)方法对褐飞虱若虫的存活率和发育历期以及成虫的寿命和产卵量进行差异比较(显著性检验水平为 $P < 0.05$),采用最小显著性差异法(least significant difference, LSD)进行不同处理间的两两比较,以判断各温度间差异显著性。

2 结果与分析

2.1 不同低温对褐飞虱若虫存活率和发育历期的影响 由表 1 可知,褐飞虱若虫的存活率随温度下降而减少。当温度为 13 °C 时,褐飞虱若虫的存活率最低,不能存活。17 °C 的若虫存活率为 36%,与其他温度间存在显著差异。尤其是 19 °C 的存活率为 87%,与 17 °C 相比存活率增加了 1 倍多。而 19 和 26 °C 对若虫存活的影响无显著差异,说明 19 °C 的低温环境对褐飞虱若虫存活率未产生影响。

不同温度下褐飞虱若虫发育历期的结果表明,3 个低温条件对若虫的发育均产生显著影响(表 1)。13 °C 时褐飞虱若虫不能存活,因此该温度下若虫不能完成发育。17 °C 条件下若虫发育历期最长,达 36 d 左右,比对照组 26 °C 多 21 d,明显延长了褐飞虱的若虫期。19 °C 低温与对照组 26 °C 相比也存在极显著差异,完成若虫期的发育时间延长了 6 d 左右。



注:小写字母不同表示差异显著($P < 0.05$);大写字母不同表示差异极显著($P < 0.01$)。

Note: Different lowercase letters indicate significant differences ($P < 0.05$); different capital letters indicate extremely significant differences ($P < 0.01$)

图 1 褐飞虱成虫在不同低温条件下的寿命及产卵量

Fig. 1 The life span and spawning amount of brown planthopper adult at different low temperatures

通过比较不同低温条件下褐飞虱雌虫产卵量,发现随着温度降低产卵量显著减少(图 1B)。13 °C 时,褐飞虱出现不产卵或所产数量较少的现象,无法正常繁殖后代;17 °C 的平均产卵量为 200 粒左右,比 19 °C 低温和对照组均减少了 50% 以上,差异极显著。19 °C 低温与对照组的产卵量更为接近,达 350 粒左右,而对照组为 470 粒,存在显著差异。这表明褐飞虱雌虫产卵易受低温影响,3 种低温均影响了褐飞虱种群的发展。

2.3 水稻田温度 为了掌握褐飞虱在田间受低温自然控制

因此,这 3 种低温条件均不利于褐飞虱种群的发生发展。

表 1 褐飞虱若虫在不同低温条件下的存活率和发育历期

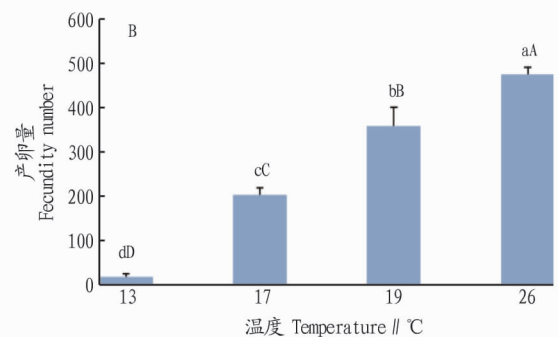
Table 1 The survival rate and development duration of brown planthopper nymph at different low temperature

温度 Temperature/°C	存活率 Survival rate/%	发育历期 Development duration/d
13	0 c	—
17	36.6±7.0 b	36.00±0.99 a
19	87.8±3.6 a	21.80±0.52 b
26	88.9±1.4 a	15.23±0.42 c

注:同列不同小写字母表示不同温度间差异显著($P < 0.05$);—表示不能完成若虫期发育

Note: Different lowercase letters in the same column stand for significant differences ($P < 0.05$). — represents the development of nymphs cannot be completed

2.2 不同低温对褐飞虱成虫产卵量和寿命的影响 由图 1 可知,低温会延长成虫寿命,且温度越低成虫存活的天数越长。13 和 17 °C 2 个低温相比,成虫寿命无显著差异,但与其他 2 个温度相比差异显著,寿命延长了 1 倍。19 °C 低温与对照组 26 °C 的结果更接近,仅比对照组延长了 4 d 左右,但无显著差异,表明 19 °C 对成虫寿命无影响。褐飞虱世代的发育历期受温度的影响较显著,其中由于褐飞虱若虫在 13 °C 时无法存活,因此该温度下没有完整的世代历期。其他 2 个低温环境下均能完成生活史,但与对照组世代历期相比差异极显著。褐飞虱在 17 °C 下完成 1 个世代需要 68 d,而对照组仅需 30 d,明显推迟了褐飞虱的发育进度。19 °C 低温时,世代历期比对照组 26 °C 延长了 10 d,说明 19 °C 低温对褐飞虱种群的发展起到一定的抑制作用。



的可能性和效果,开展了浙江省杭州市 9 月下旬水稻田间温度的调查。此时田间水稻处于灌浆成熟期,考虑到田间小气候和外界气候的差异,同时监测了水稻田外的温度,结果见表 2。从表 2 可以看出,9 月下旬杭州水稻田的温度在 18.7~32.0 °C,稻田外的温度在 23.8~37.0 °C。首先对稻田内外温度进行比较,发现两者的温差为 0.2~8.0 °C,平均温差为 2.7 °C,说明水稻田内的温度普遍低于外界大气的温度。因此可以根据天气预报评估稻田内的温度状况,了解褐飞虱种群的发生动态。其中 9 月 21—26 日,20 °C 以下

的低温出现过2次,分别为18.7和19.3℃,高于30℃的高温出现4次。

表2 稻田温度

Table 2 Temperature in rice field

℃

调查日期 Survey date	上午 Morning			中午 Nooning			傍晚 Evening		
	稻田温度 Paddy field temperature	外界温度 The outside temperature	温差 Temperature difference	稻田温度 Paddy field temperature	外界温度 The outside temperature	温差 Temperature difference	稻田温度 Paddy field temperature	外界温度 The outside temperature	温差 Temperature difference
09-20	—	—	—	29.2	32.0	3.0	23.9	26.8	2.9
09-21	18.7	24.4	5.7	26.0	31.7	5.7	20.4	28.3	7.9
09-22	19.3	23.8	4.5	27.0	30.0	3.6	23.7	29.9	6.2
09-23	23.2	26.3	3.0	32.0	37.0	4.7	25.3	26.2	0.9
09-24	23.3	23.8	0.4	31.7	32.8	1.1	28.9	29.8	0.9
09-25	24.5	26.1	1.5	33.2	33.4	0.2	27.2	28.2	1.0
09-26	23.8	24.0	0.2	32.3	33.2	0.9	29.7	31.9	2.2

3 讨论

昆虫对温度变化非常敏感,温度是影响其行为、存活、生殖等生命活动的重要因子^[14-15]。在该研究中设置的最低温度13℃下,褐飞虱若虫在2d死亡率达33%,说明低温对褐飞虱低龄若虫的影响显著。17℃对若虫的影响也较显著,存活率和发育历期分别为36%和36d,说明低温造成种群增长速率变慢和褐飞虱世代历期变长,从而限制了种群的快速增长。祝树德等^[16]研究表明16℃低温对褐飞虱若虫的死亡率影响较大,与该研究结果一致。

石保坤等^[17]建立了温度对褐飞虱生物学参数影响的关系模型,发现短翅型雌虫寿命随着温度降低而延长,产卵量在28℃时最大,19℃时最低。该研究结果表明,褐飞虱成虫寿命随着温度降低明显延长,13和17℃长达32d。而繁殖力受温度影响也较明显,26℃为450粒,17℃时仅为对照组的50%。说明低温不仅影响昆虫取食还有可能影响褐飞虱成虫的交配率。施辰子等^[9]测定了低温对褐飞虱生长发育的影响,发现若虫发育历期与温度呈线性关系,13℃以下不能产卵。但该研究发现13℃时产卵量较低,与上述结果不同。分析原因可能是所用水稻品种不同。

该研究通过对水稻田温度的调查,初步掌握了杭州地区9月下旬稻田内温度的变化。因为田间小气候的形成,导致水稻田下部的温度低于外界气温。且稻田内外的温差是多因素共同起作用的结果。如田间湿度大时,温差可达4~5℃,平均温差为2.7℃。顾正远等^[18]研究表明,褐飞虱栖息的田间稻丛间的温度比气温低2~3℃,与该研究结果一致。Cheng等^[4]通过模型模拟研究发现,9月气温对褐飞虱种群增长的影响大于8月气温,且9月中旬是发生上述影响的关键时期。同时,根据2017年杭州市天气预报统计,10月低于19℃的天数为25d,低于15℃的天数为12d。说明9月和10月低温对田间褐飞虱种群的发展起到了很好的自然防控作用。因此根据天气预报情况可以初步估计出水稻田的实际温度范围,预测田间褐飞虱种群的发生水平,以便更好地控制褐飞虱。

4 结论

该研究发现,低温能够对褐飞虱种群发展产生显著影

响。13、17、19℃条件下褐飞虱若虫的存活率显著降低,若虫的发育历期明显延长;同时不同低温处理使成虫的产卵量下降和寿命变长,13℃时出现不产卵和所产卵无法孵化的情况。17、19和26℃平均产卵量为202.0、356.4、473.0粒。根据田间温度调查结果,并结合已有文献,说明低于20℃的低温在水稻生产中对褐飞虱种群的发生发展起到了明显的抑制作用。该研究结果能够为褐飞虱的预测预报以及防治提供理论依据。

参考文献

- [1] 罗守进. 稻飞虱的研究[J]. 农业灾害研究, 2011, 1(1): 1-13.
- [2] 程家安, 朱金良, 祝增荣, 等. 稻田飞虱灾变与环境调控[J]. 环境昆虫学报, 2008, 30(2): 176-182.
- [3] CHENG J A, ZHU Z R. Analysis on the key factors causing the outbreak of brown planthopper in Yangtze Area, China in 2005[J]. Plant protection, 2006, 32(4): 1-4.
- [4] CHENG J A, ZHANG L G, FAN Q G, et al. Simulation study on effects of temperature on population dynamics of brown planthopper[J]. Chinese journal of rice science, 1992, 6(1): 21-26.
- [5] ZHANG W, ZHAO F, HOFFMANN A A, et al. A single hot event that does not affect survival but decreases reproduction in the diamondback moth, *Plutella xylostella*[J]. PLoS One, 2013, 8(10): 1-7.
- [6] YUKAWA J, KIRITANI K, GYOUTOKU N, et al. Distribution range shift of two allied species, *Nezara viridula* and *N. antennata* (Hemiptera: Pentatomidae), in Japan, possibly due to global warming[J]. Applied entomology and zoology, 2007, 42(2): 205-215.
- [7] HOFFMANN A A, BLOWS M W. Species borders: Ecological and evolutionary perspectives[J]. Trends in ecology and evolution, 1994, 9(6): 223-227.
- [8] 于莹, 徐红星, 郑许松, 等. 在高温下干旱胁迫对褐飞虱生态适应性的影响[J]. 植物保护学报, 2013, 40(3): 193-199.
- [9] 施辰子, 王海荣, 戈林泉, 等. 低温对褐飞虱发育、生殖的影响[J]. 上海交通大学学报(农业科学版), 2010, 28(3): 292-295.
- [10] 李汝铎. 温度对褐飞虱种群生长的影响[J]. 植物保护学报, 1984, 11(2): 101-107.
- [11] LIU Z W, HAN Z J, WANG Y C, et al. Effect of temperature on population growth of susceptible and resistant strains of *Nilaparvata lugens* to imidacloprid[J]. Entomological knowledge, 2004, 40(1): 47-50.
- [12] 陈若箴, 慕立正, 程遐年, 等. 褐飞虱种群动态的研究I. 温度、食料条件对种群增长的影响[J]. 南京农业大学学报, 1986(3): 23-33.
- [13] 李干金, 徐昱浩, 张海亮, 等. 短时高温暴露对褐飞虱存活和生殖特性的影响[J]. 中国农业科学, 2015, 48(9): 1747-1755.
- [14] 杨丽红, 黄海, 王进军. 高温胁迫对柑橘全爪螨存活及生殖的影响[J]. 中国农业科学, 2014, 47(4): 693-701.

(下转第153页)

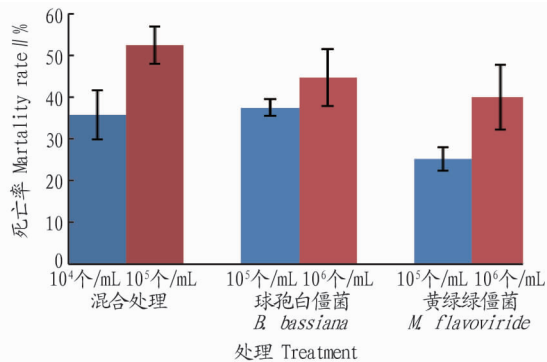


图 5 不同处理条件下红火蚁致死率

Fig. 5 The red imported fire ant mortality under the series treatments

M. flavoviride。

该研究还发现, *B. bassiana* 和 *M. flavoviride* 的混合孢子悬浮液对红火蚁毒力较强, 可在中、低孢子浓度下 (10^5 、 10^4 个/mL) 达到或超过高浓度下 (10^6 个/mL) 使用单一菌株对红火蚁的致死率和致死中时。由于低浓度孢子容易收集和制备, 因此运用低浓度条件下混合孢子悬浮液进行有效的红火蚁防治, 具有广泛的应用前景。

参考文献

- [1] WILLIAMS D F, COLLINS H L, OI D H. The red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae): An historical perspective of treatment programs and the development of chemical baits for control[J]. American entomologist, 2001, 47(3): 146-159.
- [2] 黄萍, 孙汉铤. 从红火蚁事件思考口岸进境植物检疫管理模式[J]. 中国检验检疫, 2006(10): 17-18.
- [3] 黄胜先, 陈晓琴, 刘俊武, 等. 红火蚁饵料选择性研究[J]. 广东农业科学, 2010, 37(7): 105-106.
- [4] WANG L, LU Y Y. Red imported fire ant *Solenopsis invicta* buren[M]// WAN F H, JIANG M X, ZHAN A B. Biological invasions and its management in China; Volume 1. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2017: 299-315.
- [5] 曾玲, 陆永跃, 何晓芳, 等. 入侵中国大陆的红火蚁的鉴定及发生为害调查[J]. 昆虫知识, 2005, 42(2): 144-148.
- [6] 邵敬国, 罗礼智, 陈浩涛, 等. 应用多元 PCR 技术对我国红火蚁社会型的鉴定[J]. 昆虫学报, 2008, 51(1): 551-555.

- [7] 陆永跃, 李宇东, 梁广文, 等. 红火蚁多蚁后型种群婚飞新形成蚁巢的局域空间分布特征[J]. 华南农业大学学报, 2007, 28(4): 1-5.
- [8] ZHOU A M, LIANG G W, ZENG L, et al. *Solenopsis invicta* suppress native ant by excluding mutual exploitation from the invasive mealybug, *Phenacoccus solenopsis*[J]. Pakistan journal of zoology, 2017, 49(1): 8-12.
- [9] ZHANG R Z, LI Y C, LIU N, et al. An overview of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) in mainland China[J]. Florida entomologist, 2007, 90(4): 723-731.
- [10] PAN F X, LU Y Y, WANG L. Toxicity and sublethal effects of sulfoxaflor on the red imported fire ant, *Solenopsis invicta*[J]. Ecotoxicology and environmental safety, 2017, 139(1): 377-383.
- [11] ZHANG L K, ZHANG P B, CAO L, et al. Susceptibility of red imported fire ant queens to the entomopathogenic nematodes *Steinernema carpocapsae* all and *S. scapterisci*[J]. Sociobiology, 2010, 55(2): 519-526.
- [12] LI J, JIANG L, ZHANG Y W, et al. Study of a new biological control method combining an entomopathogen and a chemical insecticide against *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae)[J]. Journal of economic entomology, 2018, 111(2): 817-822.
- [13] VEGA F E. The use of fungal entomopathogens as endophytes in biological control; A review[J]. Mycologia, 2018, 110(1): 4-30.
- [14] 刘晓燕, 吕利华, 何余容. 自然寄生红火蚁病原真菌的分离、鉴定及其对红火蚁的致病力[J]. 中国生物防治, 2010, 26(3): 373-376.
- [15] 许齐爱, 李佳颖, 任顺祥. 红火蚁高致病力黄绿绿僵菌菌株的筛选[J]. 中国生物防治学报, 2013, 29(3): 384-388.
- [16] 杨佳后, 孙锐, 廖坤宏, 等. 4 株球孢白僵菌对红火蚁毒力的生物测定[J]. 环境昆虫学报, 2009, 31(1): 46-51.
- [17] PEREIRA R M, OI D H, BAGGIO M V, et al. Microbial control of structural insect pests[M]// LACEY L. Microbial control of insect and mite pests. Salt Lake City, UT: Academic Press, 2017: 431-442.
- [18] KLEIN M G. Efficacy against soil-inhabiting insect pests[M]// GAUGLER R, KAYA H K. Entomopathogenic nematodes in biological control. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2018.
- [19] KAFLE L, SHIH C J. Insecticidal activities of compounds from sweet flag (*Acorus calamus*) against Red Imported Fire Ants *Solenopsis invicta* (Hymenoptera: Formicidae)[J]. Sociobiology, 2017, 64(4): 398-403.
- [20] 陈晓燕, 马平, 李永川, 等. 基于 CLIMEX 和 ArcGIS 预测红火蚁在云南的潜在适生区[J]. 植物检疫, 2015, 29(3): 34-39.
- [21] 林立丰, 段金花, 卢文成, 等. 广东省吴川红火蚁的形态特征及其鉴别[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2005, 16(3): 174-177.
- [22] VALLES S M, PORTER S D. Identification of polygynous and monogynous fire ant colonies (*Solenopsis invicta*) by multiplex PCR of *Gp-9* alleles[J]. Insectes sociaux, 2003, 50(2): 199-200.
- [23] KRIEGER M J B, KELLER L. Polymorphism at dinucleotide microsatellite loci in fire ant *Solenopsis invicta* populations[J]. Molecular ecology, 1997, 6(10): 997-999.
- [24] 黄奕雯, 何晓芳, 陆永跃, 等. 基于微卫星的中国红火蚁种群遗传结构的研究[J]. 生物安全学报, 2014, 23(2): 131-138.

(上接第 148 页)

- [15] RÉGNIÈRE J, POWELL J, BENTZ B, et al. Effects of temperature on development, survival and reproduction of insects: Experimental design, data analysis and modeling[J]. Journal of insect physiology, 2012, 58(5): 634-647.

- [16] 祝树德, 陆自强, 杭杉保, 等. 温度对褐飞虱种群调控作用研究[J]. 华东昆虫学报, 1994, 3(1): 53-59.
- [17] 石保坤, 胡朝兴, 黄建利, 等. 温度对褐飞虱发育、存活和产卵影响的关系模型[J]. 生态学报, 2014, 34(20): 5868-5874.
- [18] 顾正远, 肖英方. 关于高温影响褐飞虱生存的商榷[J]. 植物保护, 1993, 19(3): 33.

科技论文写作规范——工作单位

在圆括号内书写作者的工作单位(用全称)、城市名及邮政编码。若为外国的工作单位, 则加国名。多个作者不同工作单位时, 在名字的右上角分别加注“1”“2”, 和地址前注“1.”“2.”。