

doi: 10.3969/j.issn.1674-0858.2016.06.5

不同温度下毒死蜱和噻嗪酮对褐飞虱的毒力作用

杨亚军, 王保菊, 徐红星, 郑许松, 吕仲贤*

(浙江省植物有害生物防控重点实验室省部共建国家重点实验室培育基地, 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021)

摘要: 为了明确温度对杀虫剂毒杀作用的影响, 本文研究了 5 个温度梯度 (22℃、25℃、28℃、31℃ 和 34℃) 下毒死蜱和噻嗪酮对褐飞虱的毒杀作用。结果表明毒死蜱在不同温度下对褐飞虱的毒力变化与噻嗪酮有所不同。处理时间相同时毒死蜱的 LC_{50} 随温度升高而逐渐下降。毒死蜱处理 24 h、72 h、120 h 时, 毒死蜱对褐飞虱的 LC_{50} 在 22℃ 下分别为 50.15、16.15 和 15.33 mg/L, 而在 34℃ 下分别降低为 6.70、4.16 和 1.92 mg/L。在实验的 5 个温度下, 噻嗪酮对褐飞虱的 LC_{50} 没有显著差异。同一温度下, 噻嗪酮的 LC_{50} 随处理时间的增加而降低, 但没有显著差异。在全球变暖的大环境下, 明确温度对毒死蜱和噻嗪酮的毒力影响状况, 对于杀虫剂的合理使用具有一定的指导意义。

关键词: 褐飞虱; 温度; 毒死蜱; 噻嗪酮

中图分类号: Q965; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2016) 06-1099-07

Toxicity of chlorpyrifos and buprofezin to *Nilaparvata lugens* Stål (Hemiptera: Delphacidae) under different temperatures

YANG Ya-Jun, WANG Bao-Ju, XU Hong-Xing, ZHENG Xu-Song, LU Zhong-Xian* (Key Laboratory Breeding Base for Zhejiang Sustainable Pest and Disease Control, Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021, China)

Abstract: Toxicity of chlorpyrifos and buprofezin to *Nilaparvata lugens* were evaluated under five different temperatures (22, 25, 28, 31 and 34℃), respectively. Results indicated that toxicity variations of chlorpyrifos to BPH with different temperatures differed with that of buprofezin. LC_{50} of chlorpyrifos to BPH declined with increased temperature. LC_{50} of chlorpyrifos to BPH 24 h, 72 h, 120 h after treatment under 22℃ were 50.15, 16.15 and 15.33 mg/L, while under 34℃ they declined to 6.70, 4.16 and 1.92 mg/L. The toxicity of buprofezin to BPH did not differ with the temperatures set in the experiments. Understanding the effect of temperature on the toxicity of chlorpyrifos and buprofezin under a background of global warming will promote the rational application of insecticides.

Key words: *Nilaparvata lugens*; temperature; chlorpyrifos; buprofezin

水稻是重要的粮食作物之一, 约一半世界人口以水稻为主食 (Zhang *et al.*, 2007)。但水稻生产经常遭受虫害的影响。褐飞虱 *Nilaparvata lugens* Stål (brown planthopper, BPH) (Hemiptera: Delphacidae), 是一种重要的迁飞性害虫, 广泛分布于亚洲主要稻区 (程遐年等, 2003)。大量褐飞

虱可以造成水稻虱烧, 严重影响水稻生产和粮食安全 (程家安等, 2008; Cheng *et al.*, 2009)。褐飞虱在 20 世纪 60 年代以前属于次要害虫, 仅在少部分稻区发生, 后来随着以高产品种及农药肥料使用为特征的绿色革命实施以来, 褐飞虱的猖獗成为水稻生产上面临的重大问题 (程遐年等,

基金项目: 国家“十二五”科技支撑计划资助项目 (2012BAD19D03); 浙江省重点研发项目 (2015C02014)

作者简介: 杨亚军, 男, 江苏沐阳人, 博士, 副研究员, 主要从事水稻害虫发生与防治方面的研究, E-mail: yargiuneyon@163.com

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: luzxmh2004@aliyun.com

收稿日期 Received: 2016-04-13; 接受日期 Accepted: 2016-10-18

2003; Bottrell 和 Schoenly, 2012)。褐飞虱的频繁暴发给我国水稻造成严重的产量损失, 自上世纪 80 年代以来其年发生面积达到 13–20 百万 ha, 约占水稻生产面积的一半, 2005 年由褐飞虱导致的水稻产量损失高达 1.88 百万 ha (程遐年等, 2003; 郭荣和赵中华, 2006; 翟保平和程家安, 2006)。

温度是重要的生态因子, 温度变化不仅可以改变作物的生理特性, 还可以影响害虫的相关特性甚至种群的暴发。政府间气候变化专业委员会 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 第 4 次评估报告中指出: 最近 100 年 (1906–2005) 全球平均地表温度上升了约 0.7℃, 而 2001 年第 3 次评估报告显示的 100 年 (1901–2000) 只上升了 0.6℃ (IPCC, 2007)。浙江省年平均气温升高速率为 0.117℃/10 a, 且浙江省绝大部分地区 (岱山、普陀和武义除外) 温度呈升高趋势, 极端最高温度的年际变化趋势跟平均温度的变化趋势基本相同, 除衢州、金华和丽水西部地区以外其他地区超过 35℃ 的天数均为增加趋势, 最低温度低于 0℃ 的天数全省都为下降趋势 (杨诗芳和毛裕定, 2008; 唐国利等, 2009)。随着以温度变化为代表的气候变化的呈现, 在新形势下的害虫防治也面临新的调整。2005 年吡虫啉禁用后, 毒死蜱和噻嗪酮成为近几年田间防治褐飞虱的重要药剂, 在控制褐飞虱种群中发挥了关键作用。为了明确温度变化下两种杀虫剂对褐飞虱的毒杀作用, 本文测定了 5 个温度 (22℃、25℃、28℃、31℃ 和 34℃), 分别测定毒死蜱和噻嗪酮对褐飞虱的毒力作用, 以期在温度变化下如何调整合理用药方法提供一定的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

褐飞虱种群 2009 年采自杭州市郊区的浙江省农业科学院水稻试验田, 在室内用感虫水稻品种 TN1 连续饲养, 未接触任何农药。

试验中所用水稻品种为台中在来 1 号 (Taichung Native 1, TN1), 是感褐飞虱品种, 种子由国际水稻研究所 (IRRI) 提供。

试验中所用药剂为 40% 毒死蜱乳油 (chlorpyrifos) 和 25% 噻嗪酮可湿性粉剂 (buprofezin), 分别由浙江省新农化工股份有限公司和浙江天一农业有限公司提供。

1.2 方法

分别测定毒死蜱和噻嗪酮在 5 个温度 (22℃、25℃、28℃、31℃、34℃) 条件下对褐飞虱的毒力。根据预备实验, 不同处理条件下, 每种农药分别配制 6–7 个不同浓度的溶液, 以清水作为对照, 如 34℃ 条件下毒死蜱浓度为 32 mg/L、16 mg/L、8 mg/L、4 mg/L、2 mg/L、1 mg/L 和 0.5 mg/L; 34℃ 条件下噻嗪酮浓度设置为 4 mg/L、2 mg/L、1 mg/L、0.5 mg/L、0.25 mg/L、0.125 mg/L 和 0.0625 mg/L。将健壮无虫的 45 日龄的单株 TN1 水稻苗剪去上部叶片, 留下部的茎叶 (含少量根系) 约 16–18 cm。将剪好的稻苗用清水冲洗干净, 室内晾干后, 将配好的药液分别均匀喷在稻茎上, 喷完后至于背阴处晾干。待稻株晾干后, 将稻苗放入已经加了 1.5 cm 深的木村 B 营养液的试管 (直径 3 cm、长 20.5 cm) 中, 每个试管中放入两根稻茎, 用脱脂棉塞住管口。将 3 龄褐飞虱若虫接入已有稻苗的试管中, 每管 20 头, 每个浓度 5 次重复, 然后将试管分别放置于恒温培养箱中饲养。毒死蜱处理后 24 h、72 h、120 h 和噻嗪酮处理后 72 h、120 h、168 h 检查各处理虫的存活情况, 记录存活虫数。其他饲养条件为光照周期 12L:12D, 相对湿度 70%–80%。

1.3 数据分析

用 Microsoft Office Excel 2003 和 SPSS 13.0 统计软件包分析所有数据, 百分比数据统计前进行反正弦转换。用回归分析中 Probit 模块 (概率单位回归)、方差分析 (ANOVA)、Tukey's 多重比较等方法分析相应的数据。

2 结果与分析

2.1 不同温度下毒死蜱对褐飞虱的毒力

在 22℃、25℃、28℃、31℃ 和 34℃ 下测定了毒死蜱对褐飞虱的毒力, 结果见表 1。毒死蜱处理 24、72、120 h 时, 毒死蜱对褐飞虱的 LC_{50} 在 22℃ 下分别为 50.15、16.15 和 15.33 mg/L, 而在 34℃ 下分别降低为 6.70、4.16 和 1.92 mg/L。处理时间相同时, 毒死蜱的 LC_{50} 随温度升高而逐渐下降, 其中处理 24 h 毒死蜱对褐飞虱的 LC_{50} 随温度的变化幅度较大, 而处理 72 h 和 120 h, LC_{50} 的下降幅度较小 (图 1)。在 22℃、25℃ 和 28℃ 下, 毒死蜱对褐飞虱的 LC_{50} 在处理 72 h 和 120 h 时无显著差异, 但均低于处理 24 h 时的 LC_{50} 。在 31℃ 和 34℃,

表 1 不同温度下毒死蜱对褐飞虱 3 龄若虫的毒力

温度 (℃)	处理时间 (h)	回归曲线	LC ₅₀ (mg/L)	回归曲线斜率标准误
Temperature	Treatment time	Regression Equation		SE of regression slope
22	24	$y = -4.57 + 2.69x$	50.15	0.45
	72	$y = -5.69 + 4.7x$	16.14	3.28
	120	$y = -4.40 + 3.7x$	15.33	1.30
25	24	$y = -2.83 + 1.87x$	32.60	0.27
	72	$y = -2.20 + 1.94x$	13.60	0.27
	120	$y = -2.65 + 2.73x$	9.36	0.47
28	24	$y = -2.38 + 1.83x$	19.80	0.25
	72	$y = -2.44 + 2.59x$	8.80	0.39
	120	$y = -3.33 + 3.99x$	6.80	0.76
31	24	$y = -1.62 + 1.94x$	6.79	0.21
	72	$y = -3.75 + 4.79x$	6.06	0.82
	120	$y = -3.96 + 4.74x$	6.84	0.96
34	24	$y = -3.33 + 4.03x$	6.70	0.61
	72	$y = -3.51 + 5.68x$	4.16	3.14
	120	$y = -4.70 + 1.66x$	1.92	0.39

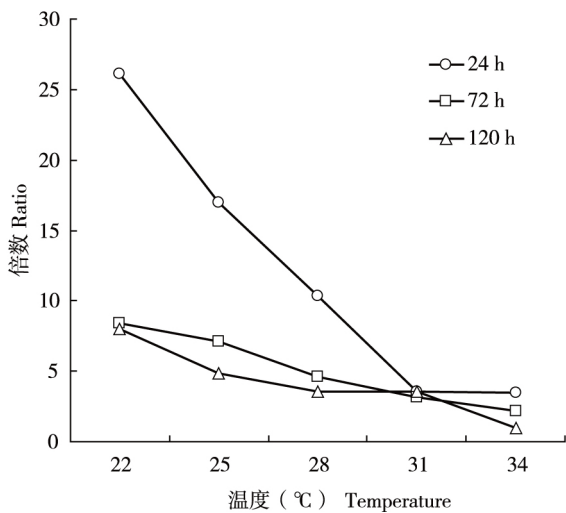


图 1 不同处理时间毒死蜱对褐飞虱毒力随温度的变化 (以 34℃ 下处理时间 120 h 时的 LC₅₀ 为对照计算倍数)
Fig. 1 Variation of chlorpyrifos toxicity against *Nilaparvata lugens* with temperatures under different treated times (LC₅₀ ratio was compared with LC₅₀ in 120 h at 34℃)

处理不同时间 (24、72 和 120 h) 毒死蜱对褐飞虱的 LC₅₀ 差异不大。

2.2 不同温度下噻嗪酮对褐飞虱的毒力

在 22℃, 25℃, 28℃, 31℃ 和 34℃ 下测定了噻嗪酮对褐飞虱的毒力, 结果见表 2。噻嗪酮处理

72、120、168 h 时, 噻嗪酮对褐飞虱的 LC₅₀ 在 22℃ 下分别为 1.17、0.92 和 0.68 mg/L, 在 34℃ 下分别为 1.69、1.08 和 0.26 mg/L。在实验的 5 个温度下, 噻嗪酮对褐飞虱的 LC₅₀ 没有显著差异 (图 2)。同一温度下, 噻嗪酮的 LC₅₀ 随处理时间的增加而降低, 但没有显著差异。

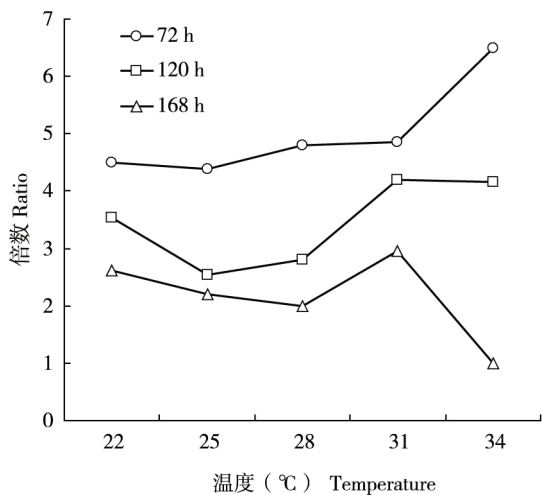


图 2 不同处理时间噻嗪酮对褐飞虱毒力随温度的变化 (以 34℃ 下处理时间 168 h 时的 LC₅₀ 为对照计算倍数)
Fig. 2 Variation of buprofezin toxicity against *Nilaparvata lugens* with temperatures under different treated times (LC₅₀ ratio was compared with LC₅₀ in 168 h at 34℃)

表 2 不同温度下噻嗪酮对褐飞虱 3 龄若虫的毒力

Table 2 The toxicity of buprofezin to 3rd-instar nymphs of *Nilaparvata lugens* under different temperatures

温度 (°C) Temperature	处理时间 (h) Treatment time	回归曲线 Regression Equation	LC ₅₀ (mg/L)	回归曲线斜率标准误 SE of regression slope
22	72	$y = -0.76 + 0.89x$	1.17	0.20
	120	$y = 0.06 + 1.59x$	0.92	0.30
	168	$y = 0.44 + 2.65x$	0.68	0.70
25	72	$y = -0.04 + 0.76x$	1.14	0.13
	120	$y = 0.20 + 1.10x$	0.66	0.18
	168	$y = 0.28 + 1.12x$	0.57	0.19
28	72	$y = -0.12 + 1.22x$	1.25	0.19
	120	$y = -1.43 + 0.93x$	0.73	0.15
	168	$y = -1.32 + 0.86x$	0.52	0.16
31	72	$y = -0.12 + 1.16x$	1.26	0.16
	120	$y = -0.05 + 1.32x$	1.09	0.18
	168	$y = 0.12 + 1.09x$	0.77	0.17
34	72	$y = -0.24 + 1.05x$	1.69	0.16
	120	$y = -0.03 + 0.84x$	1.08	0.15
	168	$y = 0.33 + 0.55x$	0.26	0.14

3 结论与讨论

农业是对气候变化敏感的领域之一, 气候变化对农业生产的影响利弊并存, 但以负面影响为主 (邓可洪等, 2006)。目前, 全球正经历着以温度升高为主要特点之一的气候变化, 自 1850 年以来最暖的 12 年中有 11 年出现在 1995 – 2006 年 (除 1996 年外), 过去 50 年升温率几乎是过去 100 年的 2 倍 (IPCC, 2007)。我国平均升温速率达 0.8°C/10 a, 远大于北半球平均的升温速率, 2007 年是我国近百年来最暖的一年 (唐国利等, 2009)。温度上升作为气候变化对农业生产和农业生态系统最重要的影响因子之一, 影响农作物种植制度、生长发育、分布结构、病虫害的发生、农业资源及农业生态系统结构和功能等方面 (宁金花和申双和, 2009; 周曙东和周文魁, 2009)。王保菊等 (2010) 研究表明水稻植株中的可溶性糖含量均随温度升高而增加, 且在 25°C 到 34°C 的范围内, 随着温度升高抗褐飞虱水稻品种 IR26 和 IR36 对褐飞虱抗性减弱。

温度升高不仅可以改变植物特性而影响害虫的发生, 而且还可以影响杀虫剂作用而影响害虫防治。杀虫剂的毒力除了与本身的结构和性质有关, 还与施药方式、靶标害虫的生理状态、环境温度、环境湿度等有关 (刘颖超等, 2006)。杀虫剂的毒力随温度和湿度变化而不同, 适宜温度下毒力最高且此温度下不同湿度之间毒力差异不显著, 过高或过低温度均不利于杀虫剂毒杀效果 (赵同海等, 1999; Barson, 2006; 楼黎静等, 2008; 刘静等, 2009)。温度对杀虫剂的转运和毒性均有影响 (Bloomfield *et al.*, 2006)。

毒死蜱的化学名称为 O,O-二乙基-O-(3,5,6-三氯-2-吡啶基) 硫代磷酸酯, 为有机磷杀虫剂, 具有触杀、胃毒和熏蒸作用, 可以抑制乙酰胆碱酯酶活性, 对天敌及人畜有毒性。噻嗪酮化学名称为 2-特丁基亚氨基-3-异丙基-5-苯基-1,3,5-噻二嗪-4-酮, 属昆虫生长调节剂, 破坏和阻碍昆虫几丁质的合成, 抑制新表皮的形成, 使虫体不能完成正常的生长发育而死亡, 同时对稻田天敌具有良好保护作用。这两种杀虫剂在吡虫啉暂停使用后的褐飞虱防治中发挥重要作用 (王会福等,

2008; 许小龙等, 2008)。本文研究发现, 随着环境温度的升高, 毒死蜱对褐飞虱的毒杀作用越强, 且处理 24 h 毒死蜱对褐飞虱的 LC_{50} 随温度的变化幅度较大, 而处理 72 h 和 120 h, LC_{50} 的下降幅度较小。这说明温度升高增加了毒死蜱对褐飞虱的急性致死作用。而噻嗪酮的毒力在不同温度环境下的变化特点与毒死蜱有所不同。处理 72 h, 噻嗪酮对褐飞虱的 LC_{50} 呈现缓慢上升趋势; 处理 120 h, 噻嗪酮对褐飞虱的 LC_{50} 先降后升, 但幅度均不大; 处理 168 h 则呈现在 22–28℃ 基本稳定, 31–34℃ 噻嗪酮对褐飞虱的 LC_{50} 则呈现下降趋势。虽然 22–34℃, 噻嗪酮对褐飞虱的 LC_{50} 总体变化幅度不大, 但高温 (34℃) 却降低了噻嗪酮对褐飞虱的急性毒杀作用。

温度对杀虫剂毒力作用的影响是个复杂的过程, 且不是固定模式的影响。例如, 温度升高可以增加有机磷、多杀菌素的杀虫作用, 但温度升高对拟除虫菊酯的影响却不是这样 (Vayias *et al.*, 2006; Athanassiou *et al.*, 2008; Kavallieratos *et al.*, 2009)。这与杀虫剂本身的特性、杀虫剂作用机制、靶标害虫的生理特性以及害虫寄主植物的特性均有一定的关系。尹可锁等 (2008) 认为温度升高可以增加农药进入虫体的机会, 从而提高杀虫效果。但也有例外, Gammon (2006) 研究证明 DDT 对蟑螂神经系统的作用会随着温度的升高而降低, 与温度呈负相关。毒死蜱对低温饲养的小菜蛾较高温饲养的小菜蛾毒杀效果更好 (郭莹等, 2004)。Srigiraju 等 (2010) 发现高灭磷、灭多虫和吡虫啉对棉蚜的毒力与温度成负相关, 而三氟氯氰菊酯 (cyhalothrin) 则例外。Ma 等 (2012) 等也发现不同杀虫剂在不同温度环境下对同种昆虫的毒杀作用变化表现出不同的模式。温度升高可以增强害虫的活动能力, 害虫取食量的增加也可以使害虫表现出敏感性增加 (Cagan, 1998)。从 24℃ 到 34℃, 高效氯氟氰菊酯 (λ -cyhalothrin) 和联苯菊酯 (bifenthrin) 对欧洲玉米螟 *Ostrinia nubilalis* 的毒力降低了 9.5 倍和 13.6 倍, 而多杀菌素 (spinosad) 的毒力降低 3.8 倍; 灭多威 (methomyl) 对欧洲玉米螟的毒力随温度变化不显著 (Musser 和 Shelton, 2005)。但温度的升高有时也会增加农药的降解速率 (Arthur *et al.*, 1992)。然而不同的害虫对高温的耐受能力也有所区别, 过高的温度一方面可以影响害虫的生理活动甚至是存活, 另一方面由于过高的温度也会影响害虫

取食量与取食行为 (冯从经等, 2001; 杜尧等, 2007; Bloomfield *et al.*, 2006)。王保菊等 (2010) 认为高温水稻植株的生理变化不利于褐飞虱的生存。

温度对杀虫剂毒力的影响是一个综合的作用, 是温度–杀虫剂–害虫–寄主植物 4 方面的相互作用的结果。虽然影响机制还需要进一步的研究, 但明确主要杀虫剂的毒力受温度的影响状况对于杀虫剂的合理使用具有一定的指导意义。随着温度变化为主要特征之一的气候变化的影响, 温度–杀虫剂毒力之间关系及相关机制还有待于进一步的研究。

参考文献 (References)

- Arthur FH, Throne JE, Simonaitis RA. Degradation and biological efficacy of chlorpyrifos–methyl on wheat stored at five temperatures and three moisture contents [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1992, 85: 1994–2002.
- Athanassiou CG, Kavallieratos NG, Yiatilis AE, *et al.* Influence of temperature and humidity on the efficacy of spinosad against four stored–grain beetle species [J]. *Journal of Insect Science*, 2008, 8: 60–69.
- Barson G. The effects of temperature and humidity on the toxicity of three organophosphorus insecticides to adult *Oryzaephilus surinamensis* (L.) [J]. *Pesticide Science*, 2006, 14 (2): 145–152.
- Bloomfield J, Williams R, Goody D, *et al.* Impacts of climate change on the fate and behaviour of pesticides in surface and groundwater – a UK perspective [J]. *Science of the Total Environment*, 2006, 369 (1–3): 163–177.
- Bottrell DG, Schoenly KG. Resurrecting the ghost of green revolutions past: The brown planthopper as a recurring threat to high–yielding rice production in tropical Asia [J]. *Journal of Asia–Pacific Entomology*, 2012, 15: 122–140.
- Cagan L. Spring behaviour of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera, Pyralidae) larvae in south–western Slovakia [J]. *Biologia*, 1998, 53: 223–230.
- Cheng XN, Wu JC, Ma F. Brown Planthopper: Occurrence and Control [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2003: 96–101. [程遐年, 吴进才, 马飞. 褐飞虱研究与防治 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 96–101]
- Cheng JA, Zhu JL, Zhu ZR, *et al.* Rice planthopper outbreak and environment regulation [J]. *Journal of Environmental Entomology*, 2008, 30 (2): 176–182. [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]
- Cheng JA. Rice planthopper problems and relevant causes in China. In: Heong KL, Hardy B, eds. Planthoppers: New Threats to the Sustainability of Intensive Rice Production Systems in Asia [M]. Los Baños (Philippines): International Rice Research Institute, 2009: 157–178.

- Deng KH, Ju H, Xiong W, *et al.* The impacts of climate change on agriculture in China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2006, 22 (5): 439–441. [邓可洪, 居辉, 熊伟, 等. 气候变化对中国农业的影响研究进展 [J]. 中国农学通报, 2006, 22 (5): 439–441]
- Du Y, Ma CS, Zhao QH, *et al.* Effects of heat stress on physiological and biochemical mechanisms of insects: A literature review [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27 (4): 1565–1572. [杜尧, 马春森, 赵清华, 等. 高温对昆虫影响的生理生化作用机理研究进展 [J]. 生态学报, 2007, 27 (4): 1565–1572]
- Feng CJ, Dai HG, Wu SW. Stress response of *Nilaparvata lugens* at high temperature and activities of its protective enzyme systems [J]. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2001, 12 (3): 409–413. [冯从经, 戴华国, 武淑文. 褐飞虱高温条件下应激反应及体内保护酶系活性的研究 [J]. 应用生态学报, 2001, 12 (3): 409–413]
- Gammon D. Effects of DDT on the cockroach nervous system at three temperatures [J]. *Pesticide Science*, 2006, 9 (2): 95–104.
- Guo Y, Huang B, Zhao JW. The insecticide resistance of chlorpyrifos on *Plutella xylostella* L. due to rearing temperatures (I. The sensitivity of chlorpyrifos on *Plutella xylostella* L. due to rearing temperatures) [J]. *Wuyi Science Journal*, 2004, 20 (1): 111–114. [郭莹, 黄斌, 赵景玮. 小菜蛾对毒死蜱的抗性与饲养温度关系的研究 (I. 不同饲养温度下的小菜蛾对毒死蜱敏感性的变化) [J]. 武夷科学, 2004, 20 (1): 111–114]
- Guo R, Zhao ZH. Crop insect pest. In: MOA of China, eds. China Agriculture Yearbook [M]. Beijing: China Agriculture Press, 2006: 376–378. [郭荣, 赵中华. 作物害虫. 见: 农业部编. 中国农业年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2006: 376–378]
- IPCC. Observed changes in climate and their effects. In: Pachauri R, Reisinger A, eds. Climate Change 2007: Synthesis Report [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 8–15.
- Kavallieratos NG, Athanassiou CG, Vayias BJ, *et al.* Insecticidal efficacy of abamectin against three stored-product insect pests: Influence of dose rate, temperature, commodity, and exposure interval [J]. *Journal of Economic Entomology*, 2009, 102: 1352–1359.
- Liu J, Zhao ZY, Liang J. Effects of temperature on the degradation of pyrethrins in apple [J]. *Northern Horticulture*, 2009, 12 (2): 59–62. [刘静, 赵政阳, 梁俊. 温度对几种拟除虫菊酯在苹果中残留降解影响 [J]. 北方园艺, 2009, 12 (2): 59–62]
- Liu YC, Pang MH, Zhang LH, *et al.* Toxicity assay of four different insecticides at different temperature to *Aphanostigma jakusiensis* [J]. *Acta Agriculturae Boreali-Sinica*, 2006, B10: 144–146. [刘颖超, 庞民好, 张利辉, 等. 四种药剂不同温度下对梨黄粉蚜的室内毒力测定 [J]. 华北农学报, 2006, B10: 144–146]
- Lou LJ, Bai XC, Shen YL, *et al.* Effect of temperature condition on sensitivity of silkworm to chlorpyrifos [J]. *Science of Sericulture*, 2008, 34 (1): 154–157. [楼黎静, 白锡川, 沈玉丽, 等. 不同环境温度下家蚕对毒死蜱的敏感性差异 [J]. 蚕业科学, 2008, 34 (1): 154–157]
- Ma YH, Gao ZL, Dang ZH, *et al.* Effect of temperature on the toxicity of several insecticides to *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae) [J]. *Journal of Pesticide Science*, 2012, 37 (2): 135–139.
- Musser FR, Shelton AM. The influence of post-exposure temperature on the toxicity of insecticides to *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Crambidae) [J]. *Pest Management Science*, 2005, 61: 508–510.
- Ning JH, Shen SH. Effects of climate change on agriculture in China [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2009, 22 (5): 519–526. [宁金花, 申双和. 气候变化对中国农业的影响 [J]. 现代农业科技, 2009, 22 (5): 519–526]
- Srigiriraju L, Semtner PJ, Bloomquist JR. Influence of post-exposure temperature on the toxicity of insecticides to the tobacco-adapted form of the green peach aphid (Hemiptera: Aphididae) [J]. *Journal of Entomological Science* 2010, 45 (2): 178–187.
- Tang GL, Ding YH, Wang SW, *et al.* Comparative analysis of the time series of surface air temperature over China for the last 100 years [J]. *Advances in Climate Change Research*, 2009, 5 (2): 71–78. [唐国利, 丁一汇, 王绍武, 等. 中国近百年温度曲线的对比分析 [J]. 气候变化研究进展, 2009, 5 (2): 71–78]
- Wang BJ, Xu HX, Zheng XS, *et al.* Effects of temperature on resistance of rice to brown planthopper, *Nilaparvata lugens* [J]. *Chinese Journal of Rice Science*, 2010, 24 (4): 443–446. [王保菊, 徐红星, 郑许松, 等. 温度对水稻抗褐飞虱特性的影响 [J]. 中国水稻科学, 2010, 24 (4): 443–446]
- Vayias BJ, Athanassiou CG, Buchelos CT. Effect of temperature and humidity on insecticidal effect of SilicoSec against *Ephesia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) larvae [J]. *Journal of Crop Protection*, 2006, 25: 766–772.
- Wang HF, Zhong LQ, Xie BY, *et al.* Report on control effect of using 35% chlorpyrifos with buprofenzin EC against rice planthopper [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2008, 4: 471–473. [王会福, 钟列权, 谢宝玉, 等. 毒死蜱+噻嗪酮防治稻飞虱药效试验初报 [J]. 浙江农业科学, 2008, 4: 471–473]
- Xu XL, Gu ZY, Xu DJ, *et al.* Control effect of chlorpyrifos against rice leafhopper and rice brown planthopper [J]. *Jiangsu Agricultural Sciences*, 2008, 4: 120–121. [许小龙, 顾中言, 徐德进, 等. 毒死蜱对稻纵卷叶螟和稻飞虱的控制效果. 江苏农业科学, 2008, 4: 120–121]
- Yang SF, Mao YD. Temperature change and season division during 50 years in Zhejiang province [J]. *Journal of Zhejiang Meteorology*, 2008, 29 (4): 1–6. [杨诗芳, 毛裕定. 浙江省近 50 年气温变化及四季划分 [J]. 浙江气象, 2008, 29 (4): 1–6]
- Yin KS, Wu WW, Guo ZX, *et al.* Influence of temperature on activity of Acetamidoprid against *Brevicoryne brassicae* [J]. *Southwest China Journal of Agricultural Sciences*, 2008, 22 (5): 372–375. [尹可锁, 吴文伟, 郭志祥, 等. 温度对啮虫蝼蛄杀蚜活性的影响 [J]. 西南农业学报, 2008, 22 (5): 372–375]
- Zhai BP, Cheng JA. The summary of symposium on rice migration pests for 2006 [J]. *Chinese Bulletin of Entomology*, 2006, 43: 585–588 [翟保平, 程家安. 2006 年水稻两迁害虫研讨会纪要 [J]. 昆虫知识, 2006, 43: 585–588]
- Zhang QF. Strategies for developing green super rice [J]. *PNAS*, 2007, 104 (42): 16402–16409.

Zhao TH, Zhang YA, Wang YZ, *et al.* Effect of temperature on the efficacy of Bt agent [J]. *Forest Science and Technology*, 1999, 10: 26–28. [赵同海, 张永安, 王玉珠, 等. 温度对 Bt 杀虫剂杀虫效果的影响 [J]. 林业科技通讯, 1999, 10: 26–28]

Zhao W, Zhao YJ, Wang WP, *et al.* Study on degradation of metam sodium and methyl isothiocyanate in soil under laboratory conditions [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2013, 15 (5): 567–573. [赵文, 赵一杰, 王惟萍, 等. 实验室条件下威百亩及异

硫氰酸甲酯在土壤中的降解特性 [J]. 农药学报, 2013, 15 (5): 567–573]

Zhou SD, Zhou WK. Influence and countermeasure of climate changes on agricultural production in Yangtze delta [J]. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 2009, 21 (4): 307–310. [周曙东, 周文魁. 气候变化对长三角地区农业生产的影响及对策 [J]. 浙江农业学报, 2009, 21 (4): 307–310]

热带南亚热带昆虫资源与害虫防治 学术研讨会在海口召开

2016 年 11 月 27 日至 30 日, 热带南亚热带昆虫资源与害虫防治学术研讨会在海南省海口市新燕泰大酒店召开。本次会议由海南省昆虫学会、广东省昆虫学会、广西昆虫学会、云南省昆虫学会、福建省昆虫学会、江西省昆虫学会、湖南省昆虫学会、海南省科协、华南农业大学、福建农林大学、中国热带农业科学院环境与植物保护研究所、中国热带农业科学院椰子研究所和环境昆虫学报联合主办, 旨在为我国热带、南亚热带地区昆虫资源的挖掘、评价与扩繁利用, 害虫防治新药物、新技术应用, 化学农药减量等研究提供学术交流平台。

来自海南、广东、广西、福建、云南、贵州、湖南、湖北、北京、江西和辽宁等 10 个省、市、自治区的 186 位专家、学者、技术人员及政府主管部门领导出席会议。

会议上, 华南农业大学梁广文教授宣读了“庞雄飞基金杰出贡献年轻专家奖”评审结果。来自广东省生物资源应用研究所韩日畴研究员、福建农林大学侯有明教授、中国热带农业科学院环境与植物保护研究所彭正强研究员、华南农业大学陆永跃教授、中国热带农业科学院椰子研究所覃伟权研究员和中国科学院西双版纳热带植物园彭艳琼研究员获此殊荣。

研讨会期间, 孙江华研究员以“松材线虫种间互作的化学通讯与分子机制”、万方浩研究员以“中国生物入侵研究二十年”、曾任森教授以“微生物介导的植物-昆虫互作关系”、徐汉虹教授以“中国植物源农药研究进展”、韩日畴研究员以“冬虫夏草的研发进展”、杨大荣研究员以“中国热带和亚热带榕树与榕小蜂资源与在生态系统中的作用”、邱宝利教授以“双减背景下的农业害虫绿色防控技术的机遇与挑战”、魏洪义教授以“鄱阳湖生态经济区双季稻病虫害绿色防控关键技术研究与应用”、彭正强研究员以“生物防治为主的棕榈科植物入侵害虫持续治理技术研究与应用”、陈青研究员以“中国木薯害虫监测与防治研究进展”, 福建农林大学季清娥教授以“绿色高效防控橘小实蝇”为题, 做了大会报告。

研讨会分组讨论会为一天的, 分为农林害虫防控、资源昆虫产业化两个专业学组。各专业组报告由各专业委员会主任负责组织安排, 以特邀报告和分组报告相结合的方式构成, 特邀报告展现了本学科领域的最高水平, 给青年昆虫学家提供了学习和交流的机会。

通过举办此次研讨会, 为广大会员和昆虫学相关企业搭建平台, 为科研合作、对学科渗透起到积极的促进作用。同时, 充分发挥了学会的桥梁纽带作用, 增强了学会的凝聚力。

(潘志萍 撰)