

昆虫生长调节剂虫酰肼对典型海湾水虱的防控研究

王伟利¹, 陆晓茜¹, 彭华林², 邹为民¹, 姜 兰¹, 赵 飞¹, 谭爱萍¹

(1 中国水产科学研究院珠江水产研究所, 广东 广州 510380; 2 广东省水生动物疫病预防控制中心, 广东 广州 510222)

摘要:为了探索安全有效的典型海湾水虱控制方法, 选用昆虫生长调节剂虫酰肼(蜕皮激素类似物)为试验药物, 观察其对典型海湾水虱生长发育的影响。结果发现:按鱼体质量以剂量为 $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 的虫酰肼拌料连续饲喂宿主 5 d, 宿主血液中的药物可影响典型海湾水虱的幼体、早期成体及较小型成体的正常蜕皮, 从而引起虫体在蜕皮期间的高死亡率。剂量减半、缩短给药时间或作用于该虫中等以上个体的情况下, 该药效果不明显。

关键词:典型海湾水虱; 蜕皮激素类似物; 虫酰肼; 蜕皮

中图分类号:S852.65

文献标志码:A

文章编号:1001-411X(2011)03-0111-03

The Effect of the Insect Growth Regulator Tebufenozide on *Alitropus typus*

WANG Wei-li¹, LU Xiao-dan¹, PENG Hua-lin², ZOU Wei-min¹, JIANG Lan¹, ZHAO Fei¹, TAN Ai-ping¹

(1 Pearl River Fisheries Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Guangzhou 510380, China;

2 Guangdong Provincial Aquatic Animal Epidemic Disease Prevention and Control Center, Guangzhou 510222, China)

Abstract: Tebufenozide, a molting hormone analogues of insect growth regulator was used to explore the feasibility of biological medicine control of *Alitropus typus*. Results showed that: tebufenozide induced the deviant molting of larvae, juveniles and the smaller adults. It caused highly mortality rate during molting period by sucking blood after the host was fed with tebufenozide at the dose of body mass $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ for five consecutive days. There were no obvious effects on reducing the dose to half, reducing the feeding times and/or affecting to bigger than medium individual.

Key words: *Alitropus typus*; molting hormone analogues; tebufenozide; molt

典型海湾水虱 *Alitropus typus*, 隶属于甲壳纲等足目纺锤水虱科海湾水虱属, 是一种生活于低盐及淡水自然水域的水生甲壳类动物, 可寄生于多种鱼类的体表或者腮腔以吸食鱼类体液为生, 造成江河鱼类, 尤其是网箱养殖鱼类体表损伤、生长缓慢甚至死亡^[1-2]。雄性性成熟前均为暂寄生性; 短距离游泳能力较强, 成群地追逐宿主, 具较强的群袭攻击能力^[2-3]。已知易感鱼类有鳗鱼 *Anguilla japonica*、罗非鱼 *Tilapia* spp.、草鱼 *Ctenopharyngodon idellus*、鲤鱼 *Cyprinus carpio*、鲮鱼 *Hemiculter bleekeri* 等数十种鱼

类, 目前只在印度、斯里兰卡、泰国、澳大利亚及中国的广东、广西等局部地区的江河支流发现有该虫分布, 并对这些河段的网箱养殖鱼类产生较大危害^[4-8]。目前尚无理想的防控方法, 对该虫的防控主要通过改善养殖环境来防止该病的爆发, 如降低网箱密度或将发病网箱移至盐度较高的区域等。本研究借鉴农业生产上防控寄生虫的经验, 探讨了蜕皮激素类似物类昆虫生长调节剂(Insect growth regulators, 简称 IGRs) 虫酰肼对典型海湾水虱发育的影响, 以为无公害化防控水生甲壳类寄生虫提供参考。

收稿日期: 2010-09-03

作者简介: 王伟利(1978—), 男, 助理研究员; 通信作者: 彭华林(1954—), 男, 研究员, E-mail: gdc423@126.com

基金项目: 广东省科技计划项目(2005A20401002)

1 材料与方法

1.1 材料

宿主:鲫鱼,规格(50 ± 5)g;10尾/组,共100尾;寄生虫:典型海弯水虱,根据发育情况,把采集到的典型海弯水虱虫体分为早期成体阶段[体宽(2.56 ± 0.34)mm]、小成体阶段[体宽(4.10 ± 0.50)mm]和成体阶段[体宽(5.92 ± 0.60)mm]。虫体处于饥饿状态,40只/组,共400只。

虫酰肼:又称米满,商品名为潜叶灵,蜕皮激素类似物类昆虫生长调节剂。本试验药品购自广东省农业科学院植物保护研究所生物防治研究室,规格:250 mL乳油剂,体积分数20%。

1.2 试验条件

水温28℃,试验用水为经曝气的自来水;充气,使溶氧不低于 $5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

1.3 试验方法

1.3.1 药物的剂量对早期成体阶段寄生虫蜕皮的影响 按鱼体质量分别以有效成分虫酰肼0.01和 $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 的剂量拌料连续饲喂宿主5 d,空白对照组不添加药物。然后放入早期成体阶段寄生虫,48 h后取出虫体蓄养于10 L塑料缸中,并开始跟踪记录虫体的蜕皮时间、蜕皮程度及死亡情况。以空白对照组蜕皮完全为试验终止。

1.3.2 宿主服用药物的时间对小成体阶段寄生虫蜕皮的影响 按鱼体质量以有效成分虫酰肼 $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 的剂量分别拌料饲喂宿主3和5 d,空白对照组不添加药物。然后放入小成体阶段寄生虫;48 h后取出虫体蓄养于10 L塑料缸中,并开始跟踪记录虫体的蜕皮时间、蜕皮程度及死亡情况。以空白对照组蜕皮完全为试验终止。

1.3.3 宿主服用药物的时间对成体阶段寄生虫蜕皮的影响 按照鱼体质量以有效成分虫酰肼 $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 的剂量分别拌料饲喂宿主3、4和5 d,空白对照组不添加药物。然后放入成体阶段寄生虫,48 h后取出虫体蓄养于10 L塑料缸中,并开始跟踪记录虫体的蜕皮时间、蜕皮程度及死亡情况。以空白对照组蜕皮完全为试验终止。

1.3.4 药物对耐过成体阶段寄生虫再发育的影响

将1.3.3中各试验组成功蜕皮存活的寄生虫,放入健康无喂药宿主,以虫体吸血至饱食完全为试验终止,跟踪记录水虱的再吸血及生长情况。

1.3.5 数据分析 将上述试验结果用SPSS统计软件进行One-way ANOVA分析,结合Duncan's法进行多重比较。

2 结果

2.1 药物剂量对早期成体阶段寄生虫蜕皮的影响

在正常情况下,典型海弯水虱在饱食后,即开始对食物(寄主血液)进行消化,待食物消化完全后,虫体进入蜕皮阶段。该虫蜕皮分为2步:虫体后半截甲壳先脱落,然后再脱落前半截甲壳。试验结果显示,各剂量组在蜕皮开始时间上无显著差异($P > 0.05$),各组间死亡率差异显著($P < 0.05$,表1)。

表1 药物剂量对早期成体阶段虫体蜕皮的影响¹⁾

Tab.1 Dose effect on the molting of juveniles *Alitropus typus*

用药剂量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	用药 时间/d	蜕皮开 始时间 /d	死亡数/只		完成数/只		死亡 率/%
			消化 阶段	蜕皮 阶段	蜕后 半截	最终 蜕皮	
0	0	11a	5a	5a	35a	30a	25.0a
0.01	5	11a	5a	10b	35a	25b	37.5b
0.02	5	13a	20b	15c	20b	5c	87.5c

1) 同列数据后,凡具有一个相同小写字母者表示差异不显著($P > 0.05$, Duncan's 法)。

2.2 宿主服用药物的时间对小成体阶段寄生虫蜕皮的影响

试验显示,对照组群体较集中于第23~34 d蜕皮,3 d组较集中于第25~35 d蜕皮,而5 d组不仅开始蜕皮的时间比对照组和3 d组迟,并且蜕皮时间较为分散,集中蜕皮的时间区段不明显。至试验结束时,对照组完成蜕皮率为90.0%,3 d组为72.5%,而5 d组仅42.5%。试验结果见表2。

表2 宿主服用药物的时间对小成体阶段寄生虫蜕皮的影响¹⁾

Tab.2 Times effect on the molting of smaller adults *Alitropus typus*

用药剂量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	用药 时间/d	蜕皮开 始时间 /d	死亡数/只		完成数/只		死亡 率/%
			消化 阶段	蜕皮 阶段	蜕后 半截	最终 蜕皮	
0	0	16a	1a	3a	39a	36a	10.0a
0.02	3	17a	3b	8b	36b	29b	27.5b
0.02	5	22b	13c	10c	25c	17c	57.5c

1) 同列数据后,凡具有一个相同小写字母者表示差异不显著($P > 0.05$, Duncan's 法)。

2.3 宿主服用药物的时间对成体阶段寄生虫蜕皮的影响

各试验组虫体开始蜕皮的时间均比对照组的迟5 d;对照组群体较集中于第31~40天蜕皮,试验组均较集中于第32~49天蜕皮。至试验结束时,对照组完成蜕皮率为87.5%,3 d组为67.5%,4 d组为

40%,而5 d组仅35.0%。试验结果见表3。

表3 宿主服用药物的时间对成体阶段寄生虫蜕皮的影响¹⁾

Tab.3 Times effect on the molting of adults *Alitropus typus*

用药剂量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	用药 时间/d	蜕皮开 始时间 /d	死亡数/只		完成数/只		死亡 率/%
			消化 阶段	蜕皮 阶段	蜕后 半截	最终 蜕皮	
0	0	27a	2a	3ab	38a	35a	12.5a
0.02	3	32b	11b	2a	29b	27b	32.5b
0.02	4	32b	20c	4b	20c	16c	60.0c
0.02	5	32b	20c	6c	20c	14d	65.0d

1) 同列数据后,凡具有一个相同小写字母者表示差异不显著($P > 0.05$, Duncan's 法)。

2.4 药物对耐过成体阶段寄生虫再发育的影响

各组典型海湾水虱均能正常摄食寄生,2个月之后,群体增质量率 $\approx 100\%$,各组间无差异。试验结果见表4。

表4 药物对耐过成体阶段寄生虫再发育的影响

Tab.4 Drug effect on the regrowth of adults *Alitropus typus*

用药剂量/ ($\mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	用药 时间/d	试验寄生虫 数目/只	再吸血蜕皮 完成数/只	死亡率/%
0	0	35	35	0a
0.02	3	27	27	0a
0.02	4	16	16	0a
0.02	5	14	14	0a

1) 同列数据后,凡具有一个相同小写字母者表示差异不显著($P > 0.05$, Duncan's 法)。

3 讨论

该寄生虫分布水域广泛,可选择寄生宿主种类多,以往靠江河捕捞渔业时未能给予充分关注,而网箱养殖鱼类因为空间的局限,常常会导致该虫大量寄生,造成巨额损失,尤其对幼鱼的危害更为严重。网箱养殖鱼的最高死亡率能达100%^[8]。

该病目前没有较好的防治方法,主要通过改善养殖策略来防止该病的爆发:及时移走患病将死或已死亡的鱼;及时替换网具;将受感染的网箱拖移至外海从而驱除虫体来降低损失等^[9]。有研究认为体积分数为 300×10^{-6} 敌百虫和 3×10^{-6} 敌敌畏浸泡可以有效驱虫,并对宿主鱼无害^[10]。Athanasopoulou等^[11]研究认为 $0.05 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 倍硫磷可以在2 h内有效杀灭该虫。但这些试验均没有进行宿主毒理学试验及组织病理学观察,而且这些药物的使用对生态的影响需要认真评估^[12]。对于开放性水域如网箱养殖如何保持药物的有效浓度,不同鱼类对药物的耐受性、药物对生态环境的危害及产品质量安全的影响

响值得探讨;同时典型海湾水虱具有较强的环境适应性,对药物的规避能力强,目前尚无有效方法抑制该物种对鱼类的寄生^[2]。

昆虫生长调节剂的作用机制是通过抑制昆虫生理发育,如蜕皮、抑制新表皮的形成、抑制摄食等最后导致害虫的死亡^[13]。由于其机制不同于以往作用于神经系统的传统杀虫剂,毒性低、污染少,对天敌和其他生物影响小,迎合了当前无公害绿色食品生产的概念,成为当前农业上用得最广的低毒无公害药物,主要用于水稻、棉花、果树、蔬菜等作物及森林上,防治各种鳞翅目、鞘翅目、双翅目等害虫。

寄生虫历来是防控的难点,其种类繁多、生理机能各异,同时因为其具有变态阶段,耐药性在其体内产生更为迅速。筛选一种高效低毒的药物尤其困难。本试验根据典型海湾水虱在发育过程中需要蜕皮的特点,利用虫酰肼具有抑制蜕皮的药理特点,达到阻碍其正常生理发育,最后导致死亡,实现控制虫害的目的,探索生物药物控制水生甲壳类寄生虫的可行性。试验结果显示,1)对于体宽为 $(2.56 \pm 0.34) \text{ mm}$ 的典型海湾水虱早期成体,该药具较高的毒性,引起蜕皮期间的高死亡率(87.5%);在剂量减半的情况下,试验组死亡率显著降低。2)对于体宽为 $(4.10 \pm 0.50) \text{ mm}$ 的典型海湾水虱小成体,该药的效果不如对早期成体阶段典型海湾水虱明显, $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 剂量连用5 d,可延缓蜕皮开始时间,引起蜕皮期间相对较高死亡率(57.5%)(差异显著, $P < 0.05$);在缩短给药时间为3 d的情况下,死亡率显著降低(27.5%, $P < 0.05$)。3)对于体宽为 $(5.92 \pm 0.60) \text{ mm}$ 的典型海湾水虱中等个体而言,该药仍具一定的毒性(3、4和5 d组的死亡率分别为32.5%、60.0%和65.0%),有一定的延缓蜕皮作用,与对照组比较差异显著($P < 0.05$)。4)试验中部分典型海湾水虱吸入含虫酰肼的血液后仍然顺利发育至蜕壳,表明药物的耐受性存在个体差异。5)如果在生产中推广使用,需要在寄生虫爆发季节提前拌料饲喂,而长期饲喂对宿主生长发育的影响仍需评估;同时,本研究中发现该药物对宿主的安全范围较窄,使用不当会对宿主造成毒害。综合分析来看,使用药物剂量 $0.02 \mu\text{L} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ 连续5 d,可以达到较好的预防控典型海湾水虱的效果,而且该药物对于早期成体阶段寄生虫作用效果最为显著。由于蜕皮是甲壳类寄生虫发育史中的必须阶段,因此本试验结果显示了昆虫生长调节剂有可能作为无公害鱼药的前景。

(下转第118页)

- [J]. 生态学报, 1986, 6(2): 142-147.
- [3] 马占山. 单纯形加速法拟合生态学中的非线性模型[J]. 生物数学学报, 1992, 7(2): 160-167.
- [4] 杨运清, 杨玉林. 动物生长模型参数的常规估计法[J]. 东北农业大学学报, 1994, 25(2): 132-137.
- [5] 蔡煜东, 陈德辉. 运用遗传算法拟合 Logistic 曲线的研究[J]. 生物数学学报, 1995, 10(1): 59-63.
- [6] 王红春, 陈平留. 三次设计结合模矢法拟合 Logistic 曲线的研究[J]. 生物数学学报, 1999, 14(4): 453-458.
- [7] 吴承祯, 洪伟. 运用改进单纯形法拟合 Logistic 曲线的研究[J]. 生物数学学报, 1999, 14(1): 117-121.
- [8] 王福林, 王吉权. 生长曲线参数估计的一种新方法 - 优化回归组合法[J]. 生物数学学报, 2007, 22(3): 533-538.
- [9] GAUSE G F. The Struggle for Existence [M]. USA: Williams and Wilkins, Baltimore, 1934.
- [10] KENNEDY J, EBERHART R C. Particle swarm optimization [C] // IEEE. Proceedings of IEEE international conference on neural networks, Peth, Australia: IEEE Press, 1995: 1942-1948.
- [11] 陈杰, 潘峰, 王光辉. 粒子群优化方法在动态优化中的研究现状[J]. 智能系统学报, 2009(3): 189-198.
- [12] 蒋建国, 吴琼, 夏娜. 自适应粒子群算法求解 Agent 联盟[J]. 智能系统学报, 2007, 2(2): 69-73.
- [13] 王兆伟, 肖扬, 刘湘黔. 基于粒子群算法的 MIMO CDMA 平坦衰落信道均衡器[J]. 智能系统学报, 2008(1): 38-42.
- [14] SHI Y, EBERHART R C. Empirical study of particle swarm optimization [C] // IEEE. Proceedings of the IEEE congress on evolutionary computation, Washington: IEEE Press, 1999: 1945-1950.
- [15] EBERHART R C, SHI Y. Particle swarm optimization: Developments, applications and resources [C] // IEEE. Proceedings of the 2001 congress on evolutionary computation, Seoul, South Korea: IEEE Press, 2001: 81-86.
- [16] 薛定宇, 陈阳泉著. 高等应用数学问题的 MATLAB 求解 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2008.
- [17] 张国权. 应用概率统计 [M]. 北京: 科学出版社, 2003.

【责任编辑 李晓卉】

(上接第 113 页)

参考文献:

- [1] TAMMY H, BETH O. Cymothoid isopod parasites in aquaculture: A review and case study of a Turkish sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*) farm [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2001, 46: 181-188.
- [2] 于海燕, 丁雪娟, 张剑英. 中国海湾水虱属 (等足目, 纺锤水虱科) 一新纪录种 [J]. 动物分类学报, 2007, 32(4): 1000-1001.
- [3] 陆小菡, 邹为民, 彭华林, 等. 珠江水系二种鱼虾寄生性等足类新种的发现和初步观察 [J]. 中国水产科学, 2007, 14(6): 1023-1026.
- [4] MARIAPPAN P, BALASUNDARAM C, TRILLES J P. Infection of the isopod *Tachaea spongillicola* on freshwater prawns *Macrobrachium* spp. in southern India [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2003, 55: 259-260.
- [5] HORTON T, OKAMURA B. Cymothoid isopod parasites in aquaculture: A review and case study of a Turkish sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*) farm [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2000, 46: 181-188.
- [6] KENT M L. Marine netpen farming leads to infections with some unusual parasites [J]. International Journal for Parasitology, 2000, 30: 321-326.
- [7] LEONARDOS I, TRILLES J P. Reproduction of *Mothocya epimerica* (Crustacea: Isopoda: Cymothoidae), parasitic on the sand smelt *Atherina boyeri* (Osteichthyes: Atherinidae) in Greek lagoons [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2004, 62: 249-253.
- [8] LEONARDOS I, TRILLES J P. Host-parasite relationships: Occurrence and effect of the parasitic isopod *Mothocya epimerica* on sand smelt *Atherina boyeri* in the Mesolongi and Etolikon Lagoons (W. Greece) [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2003, 54: 243-251.
- [9] TAMMY H, BETH O. Cymothoid isopod parasites in aquaculture: A review and case study of a Turkish sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus auratus*) farm [J]. Diseases of Aquatic Organisms, 2001, 46: 181-188.
- [10] SIEVERS G, PALACIOS P, INOSTROZA R, et al. Evaluation of the toxicity of 8 insecticides in *Salmo salar* and the *in vitro* effects against the isopode parasite, *Ceratothoa gaudichaudii* [J]. Aquaculture, 1995, 134: 9-16.
- [11] ATHANASSOPOULOU F, BOUBOULIS D, MARTINSEN B. *In vitro* treatments of deltamethrin against the isopod parasite *Ceratothoa oestroides*, a pathogen of sea bass *Dicentrarchus labrax* L [J]. Bull Eur Assoc Fish Pathol, 2001, 21: 26-29.
- [12] PAPAPANAGIOTOU E P, TRILLES J P, PHOTIS G. First record of *Emetha audouini*, a cymothoid isopod parasite from cultured sea bass *Dicentrarchus labrax* in Greece [J]. Dis Aquat Org, 1999, 38: 235-237.
- [13] 张一宾. 农药 [M]. 北京: 中国物资出版社, 1998: 200.

【责任编辑 柴 焰】