

川楝素对粘虫幼虫拒食作用研究

廖春燕

赵善欢

(植保系)

提 要

川楝素对粘虫幼虫具有特殊的作用,它的作用与杀虫素有相似之处,它不直接杀死害虫,而通过对害虫化学感受器和中枢神经系统的双重作用,引起害虫产生拒食反应,并出现行为反常及其它神经中毒症状。

川楝素 *Toosendanin* 是由楝属植物川楝 *Melia toosendan* et Z. 树皮中提取的一种四环三萜化合物^[1]。临床上已将其做成片剂用于驱蛔虫^[1]。华南农业大学昆虫毒理室试验表明,川楝素对多种农业害虫如三化螟、稻小叶夜蛾、菜青虫、亚洲玉米螟及褐稻虱均有较显著的拒食作用^[2]。本文报道了川楝素对粘虫 *Mythimna separata* (W) 幼虫的拒食效果及对中枢神经系统的影响,探讨川楝素的作用机理。

试 验 材 料 及 方 法

(一) 供试材料

1. 川楝素: 军事医学科学院流行病微生物研究所提供, 纯度98%。
2. 杀虫脒 *Chlordimeform*: 上海农药研究所生产, 纯度99%以上。
3. 粘虫: 均在养虫温室内用玉米叶或人工饲料饲养。六龄幼虫挑选蜕皮后24小时的健康幼虫供试; 三龄及五龄幼虫均选择蜕皮后已开始取食的虫体供试。

(二) 拒食作用测定方法

1. 叶片法: 用打孔器将玉米叶打成叶碟, 处理叶片浸药液, 对照仅浸丙酮, 晾干后放入培养器, 让虫取食, 一定时间后检查取食叶面积。
2. 注射法: 取六龄幼虫, 试验前饥饿1小时。供试药剂用5%丙酮: 5%吐温80: 90%蒸馏水作溶剂配成。用微量点滴仪将药液从虫体胸部侧面注入体腔, 注射量为3微升/头, 对照虫仅注射等量溶剂。用玻璃毛细管作注射针头。每处理设10个重复, 注药后的幼虫即放入培养皿, 让其取食正常玉米叶, 2小时后用坐标纸测出食去叶面积。根据公式计算拒食率。

$$\text{取食率} = \frac{\text{处理组食去叶面积 (mm}^2\text{)}}{\text{对照组食去叶面积 (mm}^2\text{)}} \times 100$$

$$\text{拒食率} = 100 - \text{取食率}$$

处理组内容包括药液处理的叶片或幼虫。试验数据采用最小二乘法求算拒食中浓度

AFC_{50} (或拒食中量 AFD_{50}) , 及拒食 95% 的浓度 AFC_{95} (或拒食 95% 的剂量 AFD_{95}) [2]。

试验结果与讨论

(一) 对不同龄期幼虫选择性拒食作用。

试验结果见图 1 和表 1。各回归方程分别用最小二乘法检验, 检验结果是实测直线与理论直线相吻合, 因此上述所求 AFC_{50} 和 AFC_{95} 是可靠的。结果表明, 川楝素对粘虫各龄期幼虫均有较显著的拒食作用, 拒食中浓度及拒食 95% 的浓度随着龄期的增加而提高, 即龄期愈低, 川楝素抑制取食的作用愈强, 而高龄虫对川楝素的敏感性降低。川楝素对六龄幼虫的 AFC_{50} 为 82.25ppm, 比三龄幼虫高约 1.3 倍, 但 AFC_{95} 值比三龄幼虫提高约 3.5 倍。五龄幼虫的 AFC_{50} 值与三龄幼虫的 AFC_{50} 值相差很少, 但 AFC_{95} 值却要增加约 8 倍之多。可见进入暴食期的幼虫, 对川楝素的敏感性降低, 特别是要 95% 地抑制幼虫取食, 所需的药剂浓度比低龄期明显增加。同时观察到高龄虫处理 24 小时后, 一般都能恢复正常取食, 可发育进入蛹期, 而处理过的低龄虫咬食很困难, 死亡率高。根据试验结果及观察到的现象, 我们认为用川楝素防治粘虫, 在低龄幼虫期进行最为有效。

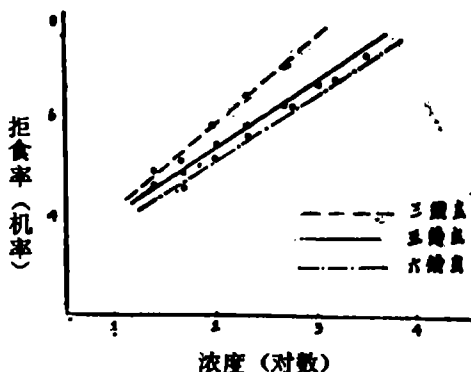


图 1 川楝素对不同龄期粘虫幼虫拒食毒力曲线

表 1 川楝素对不同龄期幼虫选择性拒食测定 (1984年6月广州)

龄期	回归方程式	AFC_{50} (ppm)	95% 置信区间		AFC_{95} (ppm)	95% 置信区间	
			下限	上限		下限	上限
三龄	$Y = 2.141 + 1.849x$	35.17	16.94	73.02	272.79	86.18	863.45
五龄	$Y = 3.007 + 1.197x$	46.24	21.58	99.09	1094.96	223.65	5360.82
六龄	$Y = 2.324 + 1.397x$	82.25	37.59	179.98	1236.58	419.22	3647.61

(二) 川楝素、杀虫脒对幼虫拒食作用比较

图 2 和表 2 结果表明: 杀虫脒在亚致死剂量对幼虫有拒食作用, 但拒食作用明显低于川楝素。 AFC_{50} 杀虫脒为 265.59ppm, 川楝素只需 71.23ppm, 而幼虫拒食 95% 所需

的杀虫脒浓度比川楝素浓度高4.6倍。在本试验浓度范围内,两种药剂处理组均未发现有死虫。

杀虫脒是防治水稻、棉花害虫的有效药剂之一,它杀虫的主要作用是忌避和拒食。从我们的结果来看,川楝素的拒食作用比杀虫脒强,这一点值得注意,说明楝科植物杀虫剂的杀虫效果并不一定比常规农药差。若能积极挖掘和发展这一类杀虫剂,将会导致找到许多对害虫较为高效,而对天敌安全的杀虫剂。

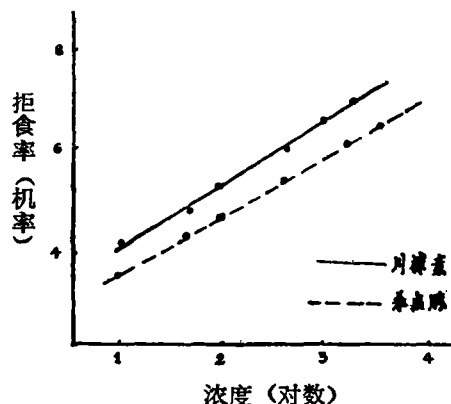


图2 两种药剂对六龄粘虫幼虫拒食毒力曲线

表2 拒食剂对六龄幼虫非选择性拒食测定结果 (1984年6月广州)

拒食剂	回归方程式	AFC ₅₀ (ppm)	95% 置信区间 下限 上限		AFC ₉₅ (ppm)	95% 置信区间 下限 上限	
川楝素	$y = 2.692 + 1.245x$	71.23	33.55	151.21	1490.95	397.37	5594.07
杀虫脒	$y = 2.336 + 1.099x$	265.67	127.90	550.10	8344.46	2193.00	31700.00

(三) 中毒症状观察

观察六龄幼虫取食川楝素、杀虫脒处理叶片后的症状表现。取食川楝素的幼虫出现神经中毒症状,症状表现与杀虫脒的症状有一些相似之处,也有不同的方面。本试验所观察到的杀虫脒中毒症状表现与Antonious and Saito报道相似^[7]。观察结果见表3。

表3 粘虫幼虫对两种不同药剂的中毒症状比较

川 楝 素	杀 虫 脒
幼虫行动缓慢,常静伏不动。	虫体表现高度兴奋,不停地在玻璃皿内快速爬行
幼虫行为稍失调,虫体出现异常的收缩性痉挛,头、胸部有收缩、颤抖现象。	幼虫行为失调,虫体明显抽搐,头、胸部剧烈颤抖,身体前端高高举起。
幼虫咬食叶片较困难,取食一段时间后即爬走,重新觅食。	幼虫咬食困难,前足抱握不稳叶片,但幼虫仍不断地咬食,叶片呈缺刻状。
症状出现较慢,通常在取食后1小时才见较明显的症状。	症状出现很快,给药后1分钟内即可见明显的症状。
症状相同处:两种处理幼虫均将口器在滤纸、玻璃皿壁上左右摩擦,也可见幼虫用前足来摩擦口器。	

川楝素中毒症状出现较慢,一般幼虫取食川楝素的时间越长,症状愈严重,这很可能是由于川楝素的水溶性很低,其化合物必须在组织中积聚足够的量时才能发挥作用。中毒症状表明,川楝素对昆虫的中枢神经系统有影响,而引起昆虫取食及运动行为的异常。

(四) 注射川楝素, 杀虫脒幼虫的拒食反应

试验结果见图3和表4。结果表明川楝素、杀虫脒注入幼虫后,处理幼虫均对正常玉米叶表现拒食反应,而川楝素的拒食作用显著高于杀虫脒。当每头虫注射川楝素 $5.72 \times 10^{-4} \mu\text{g}$ 时处理虫取食量比对照虫减少50%,而杀虫脒的拒食中量AFD₅₀为 $5.54 \times 10^{-3} \mu\text{g}/\text{头}$,比川楝素高一个数量级。

对于拒食剂的概念,大多数人认为只有当拒食剂喷雾在植物表面或被植物吸收,且昆虫咬食或刺吸处理植物,口器直接与拒食剂接触后,才能引起昆虫拒食^[9],电生理的研究亦已证实,拒食剂的作用部位是化学感受器^[8]。1977年日本学者报道将杀虫脒注入桑蚕*Bombyx mori*

(L) 幼虫体内,发现处理虫出现拒食反应^[6],接着将杀虫脒及四种双萜类植物质拒食剂Clerodendrin-A、Clerodin、Caryoptin和Clerodendrin-B注入烟草切根虫*Spodoptera liture* (F) 幼虫体内,均引起显著的拒食反应^[7]。这一研究结果使得拒食剂的概念又增加了新的内容。目前对杀虫脒的作用机能尚未清楚,除直接毒性外,其回避作用被看作是第二作用方式,许多研究认为,杀虫脒的拒食作用实际上是通过中枢神经系统直接的亚致死作用而破坏取食行为的^[6]。

本试验的结果表明,川楝素除作用昆虫的化学感受器,抑制昆虫取食外,进入虫体内的川楝素对中枢神经系统有影响,这种影响包括干扰了昆虫取食行为和运动。已有文献报道,川楝素选择性地作用于脊椎动物神经肌肉突触前神经末梢,是一种有效的神经肌肉传递阻遏剂^[3]。根据北京大学生物系周培爱等的工作,川楝素对美洲蚌螭

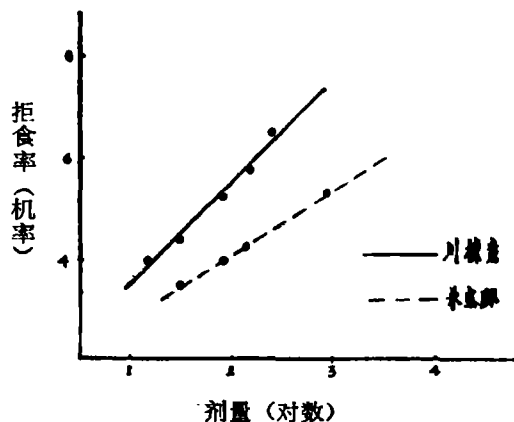


图3 川楝素、杀虫脒注射六龄幼虫剂量对数—拒食机率曲线

表4 注射法拒食作用测定结果 1984年8月广州

药剂	回归方程式	AFD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{头}$)	95%置信区间		AFD ₅₀ ($\mu\text{g}/\text{头}$)	95%置信区间	
			下限	上限		下限	上限
川楝素	$Y = 1.290 + 2.111x$	5.72×10^{-4}	3.66×10^{-4}	8.92×10^{-4}	3.44×10^{-3}	1.41×10^{-3}	8.40×10^{-3}
杀虫脒	$Y = 1.399 + 1.312x$	5.54×10^{-3}	1.68×10^{-3}	1.82×10^{-2}	—	—	—

Periplaneta americana(L) 尾须传入神经——巨神经纤维的突触传递有较显著的阻断作用,肯定了川楝素对昆虫中枢神经系统的作用。由此可见,川楝素对昆虫的作用方式和机理是复杂的,它不但是一种拒食剂,而且具有神经毒性作用,其作用方式与杀虫脒颇为相似,有关机理方面的研究还有待于深入。

参 考 文 献

- [1] 王荫碧、闻永炘: 川楝片驱蛔的临床疗效综合报告,《中医杂志》,(4):1959, 46—49。
- [2] 赵善欢、黄炳球、胡美英: 几种楝科植物种核油对褐稻虱的拒食作用试验,《昆虫学报》, 26(1) 1983, 1—9。
- [3] 施玉樑等: 一种作用于突触前的神经肌肉接头传递阻断剂—川楝素,《生理学报》, 32(3) 1980, 293—297。
- [4] 舒国欣、梁晓天: 关于川楝素的化学结构的修正,《化学学报》38(2) 1980, 196—198。
- [5] 中牟田, 洁・齋藤 哲夫: ワロルシメホルムのカイコ幼虫た対おる摂食阻害作用,《日本应用动物昆虫学会志》,(21) 1977, 158—162。
- [6] Beeman, R. W.: 杀虫剂作用方式的新进展,《农药译丛》, 5(4) 1983, 32—35。
- [7] Antonious, A. G. & T. Saito 1982 Antifeeding activities of Chlordimeform and Some Plant diterpenes when injected into tobacco cutworm. J. Pesticide Sci. 7: 385—389。
- [8] Schoonhoven, L. M. 1982 Biological aspects of antifeedants. Ent. Exp. Appl. 31, 57—69。
- [9] Wright, D. P. Jr. 1967 Antifeedants. In "Pest Control. Biological, Physiological and Selected chemical Methods" (W. W. Kilgore and R. L. Doutt ed.) Academic Press PP. 287—293。

OBSERVATION ON THE ANTIFEEDANT ACTION OF
TOOSENDANIN TO THE LARVAE OF THE
ORIENTAL ARMYWORM

Liao Chunyan Chiu Shinfoon
(Department of Plant Protection)

ABSTRACT

It was found that toosendanin possesses special action against the oriental armyworm, *Mythimna Separata* (Wlk.) It does not kill the insects quickly but it acts as a potent antifeedant to the armyworm by inhibiting the chemoreceptors in the mouth parts and also in terfering the signal transduction process in the central nervous system of the larvae. The treated larvae showed characteristic symptoms and abnormal behaviour. There is a possibility of using toosendanin as an antifeedant and toxicant in the control of the young larval population of the armyworm in the field.