

昆虫学研究集刊

第十一集

1992—1993



中国科学院上海昆虫研究所编
上海科学技术出版社

昆虫学研究集刊

第十一集

1992~1993

中国科学院上海昆虫研究所编
上海科学技术出版社

《昆虫学研究集刊》编辑委员会

主 编 陈元光

委 员 (按姓氏笔画为序)

丁德诚 尹文英 刘维德 朱国凯 朱湘雄 沈建华

祈云台 杨平澜 陈巧云 周惠振 罗志义 唐振华

符文俊 曹梅讯

责任编辑 金锦美

编 辑 姚运妹

昆虫学研究集刊

第十一集

1992~1993

中国科学院上海昆虫研究所编

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所经销 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 11.75 字数 275,000

1994 年 4 月第 1 版 1994 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—2,000

ISBN 7-5323-3395-7/Q·51

定价: 6.50 元

(沪)新登字108号

目 录

马拉硫磷羧酸酯酶在小菜蛾抗药性中的作用.....	李向东 唐振华(1)
马拉硫磷与IBP混用对其抗性演化的影响.....	唐振华 张朝远 陈 宇(11)
噻嗪酮在“微宇”环境中的分布和持久性研究.....	翁朝联 周振惠(17)
淡色库蚊抗右旋苯醚菊酯的研究.....	陈文美(23)
单甲脒在土壤和水中的残留量测定.....	周振惠 翁朝联 莫汉宏(29)
松突圆蚧花角蚜小蜂对寄主的选择.....	丁德诚 潘务耀 唐子颖 谢国林 连俊和 翁锦滔(35)
亚洲玉米螟幼虫虫粪对同种雌虫产卵的抑制作用.....	周 敏 邱中良 邱鸿贵 符文俊 沈伯钧(43)
亚洲玉米螟幼虫对几种酚类物质的反应.....	雷 石 祁云台(51)
植物酚类物质对亚洲玉米螟中肠胰蛋白酶水解活性的影响.....	雷 石 祁云台(57)
我国东北原尾虫的一新属二新种和二新记录.....	尹文英 谢荣林(63)
夕蛭宗生物地理学的研究(原尾目: 夕蛭科).....	尹文英 谢荣林 张 骏(73)
西藏蠼目一新种记述.....	毕道英(81)
云南蟋蟀种类的调查.....	刘宪伟 殷海生 夏凯龄(85)
中国云南金蛭蛉科两新种(直翅目: 蟋蟀总科, 金蛭蛉科).....	刘宪伟 殷海生 王云珍(95)
中国螽斯名录.....	刘宪伟 金杏宝(99)

中国象蟹亚科危害建筑物的一新属(等翅目:蟹科).....	何秀松 高道蓉(119)
中国指虻属一新种(双翅目:虻科).....	王天齐 刘肇德(127)
河南省花蝇科两新种描述(双翅目).....	李书建 崔昌元 范滋德(129)
河南省草种蝇属二新种(双翅目:花蝇科).....	范滋德 李书建 崔昌元(133)
我国东北花蝇科二新种(双翅目).....	崔昌元 李书建 范滋德(137)
松粉蚧生物学研究.....	朱长耀 李国平 周焯敏(141)
[综述]	
中国小菜蛾抗药性研究进展.....	唐振华(145)
昆虫寄生对寄主内分泌的影响.....	陈志辅 丁德诚(153)
寄生性天敌的行为及其利它素.....	黄勇平 杜家纬(159)
[国外文献摘译]	
温室害虫的生物防治及综合防治.....	J. C. Van Lenteren J. Woets(177)

CONTENTS

The Role of Malathion Carboxylesterase in Insecticide Resistance of the Diamondback Moth (<i>Plutella xylostella</i> L.) Larvae	Li Xiangdong Tang Zhenhua (1)
Effect of the Application of Mixture of IBP and Malathion on Evolution of Malathion Resistance	Tang Zhenhua Zhang Zhaoxuan Chen Yu (11)
Distribution and Persistence of Buprofezin in "Microcosm"	Weng Zhaolian Zhou Zhenhui (17)
Studies on the d-Phenothrin Resistance of <i>Culex pipiens pallens</i> Coq.....	Chen Wenmei (23)
Residual Detection of DMA in Soil and Water	Zhou Zhenhui Weng Zhaolian Mo Hanhong (29)
Host Preferences of <i>Coccobius azumai</i> (Hymenoptera: Aphelinidae), A Parasitoid of <i>Hemiberlesia pitysophila</i> (Homoptera: Diaspididae)	Ding Decheng Pan Wuyao Tang Ziyang Xie Guolin Lian Junhe Weng Jinqiu (35)
The Inhibitory Egg-laying Effect of Larval Frass of the Asian Corn Borer (<i>Ostrinia furnacalis</i>) on Female Adult Corn Borer Moths	Zhou Min Qiu Zhongliang Qiu Honggui Fu Wenjun Shen Bojun (43)
Esterase Responses of Larvae of Asian Corn Borer, <i>Ostrinia furnacalis</i> to Selected Plant Phenolics	Lei Shi Qi Yuntai (51)
The Effect of Plant Phenolics on the Activities of the Midgut Trypsin of Asian Corn Borer, <i>Ostrinia furnacalis</i>	Lei Shi Qi Yuntai (57)
A New Genus, Two New Species and Two New Records of Protura from the Northeast China	Yin Wenying Xie Rongdong (63)
Biogeographic Study on <i>Hesperentomon</i> Clade (Protura: Hesperentomidae)	Yin Wenying Xie Rongdong Zhang Jun (73)
A New Species of Phasmatodea from Xizang, China	Bi Daoying (81)
A Survey of Grylloidea (Orthoptera) from Yunnan Province	Liu Xianwei Yin Haisheng Xia Kailing (85)
Two New Species of the Family Encoptridae from Yunnan, China (Orthoptera: Grylloidea, Encoptridae) ...	Liu Xianwei Yin Haisheng Wang Yunzhen (95)
List of Chinese Stenopelmatoidea and Tettigonioidae... Liu Xianwei Jin Xingbao	(99)
A New Genus of Subfamily Nasutitermitinae, Attacking Building Timbers from China (Isoptera: Termitidae).....	He Xiusong Gao Daorong (119)

A New Species of <i>Isshikia</i> (Diptera: Tabanidae) from China	Wang Tianqi Liu Weide (127)
Descriptions of Two Anthomyiid Species from Henan Province (Diptera)	Li Shujian Cui Changyuan Fan Zide (129)
Two New Species of the Genus <i>Phorbia</i> from Henan, China	Fan Zide Li Shujian Cui Changyuan (133)
Two New Species of Anthomyiidae (Diptera) from Northeast China	Cui Changyuan Li Shujian Fan Zide (137)
Morphological and Biological Study on the Species <i>Caisicoccus pini</i> (Kuwana) (Homoptera: Pseudococcidae).....	Zhu Changyao Li Guoping Zhou Chanmin (141)

REVIEW

Advances in Insecticide Resistance of Diamondback Moth in China	Tang Zhenhua (145)
Parasitization Effects on Host Endocrinology	Chen Zhifu Ding Deheng (153)
The Behavior and Kairomone of Parasites	Huang Yongping Du Jiawei (159)

马拉硫磷羧酸酯酶在小菜蛾抗药性中的作用

李向东 唐振华

(中国科学院上海昆虫研究所)

摘要 应用FAO推荐的点滴法测定了抗性品系和敏感品系小菜蛾对马拉硫磷、二氯苯醚菊酯和氰戊菊酯的抗药性水平。测定结果表明抗性品系对上述药剂都有很高的抗药性,其中马拉硫磷55倍、二氯苯醚菊酯1900倍、氰戊菊酯>6448倍。活体增效剂实验表明对马拉硫磷的抗性可能涉及羧酸酯酶。

离体酶的活力测定显示两个品系的羧酸酯酶活力差别不大,而且TPP、TBPT和对氧磷对两个品系羧酸酯酶的抑制作用没有很大差异。

离体酶活力测定表明两个品系都存在有马拉硫磷羧酸酯酶。抗性品系的活力是敏感品系的1.43倍。抑制剂实验显示TBPT和TPP的增效作用不是通过抑制马拉硫磷羧酸酯酶而起作用。

关键词 小菜蛾 抗药性 马拉硫磷 羧酸酯酶 马拉硫磷羧酸酯酶

小菜蛾(*Plutella xylostella* L.)作为一种重要的蔬菜害虫,由于繁殖力强生活周期短,在热带亚热带常年发生。在世界范围内该害虫已对多种杀虫剂产生了抗药性^[12],给防治带来了极大的困难。对于抗药性产生的机理在国外有许多报道^[14,15]。国内亦有这方面的报道^[1-3]。

1978年, Sun等^[11]发现抗性和敏感小菜蛾幼虫的酯酶电泳图谱有质的差异。唐振华等^[3]的实验证实抗性和敏感幼虫的酯酶总体上没有质的差异,但增效剂实验却支持酯酶在对马拉硫磷抗性中起重要作用,因而推断抗性水平增高也许与高度专一的马拉硫磷羧酸酯酶活性增高有关。Doichuanngam等^[7]利用放射性同位素标记的方法跟踪杀虫剂代谢后,认为羧酸酯酶在马拉硫磷代谢中起着重要的作用。由于普通酯酶的同工酶种类很多,这些同工酶中哪些能够水解马拉硫磷,以及这种专一性的马拉硫磷羧酸酯酶在小菜蛾抗性中的作用迄今未见报道。

本文旨在阐明小菜蛾中是否存在马拉硫磷羧酸酯酶及其在抗性中的作用。

材料与方 法

一、实验材料

1. 供试品系 敏感品系(S)1988年采集自江西南昌莲塘,在室内饲养至今。抗性品系(R)1991年采集自上海县梅陇乡(该品系与先前报道^[1]的梅陇品系略有不同,对马拉硫磷和氰戊菊酯的抗性水平有较大提高)。

2. 杀虫药剂和试剂 马拉硫磷(malathion): 95.5%原油,宁波农药厂产品; 氰戊菊酯(fenvalerate): 94.5%,日本住友产品; 二氯苯醚菊酯(permethrin): 92.1%日本住

注: 本实验得到庄佩君、袁刚、陈宇和慕容胜同志的帮助, 林爱莲同志绘图, 在此一并致谢。

友产品; 对氧磷(paraoxon)99%, 英国 ICI 产品; 脱叶磷: 即 s, s, s -三丁基三硫代磷酸酯(s, s, s -tributylphosphorotrithioate, 即 TBPT): 99.8%, 德国 Bayer 产品; 磷酸三苯酯(triphenyl phosphane, TPP)化学纯, 上海试剂一厂产品; α -乙酸萘酯(1-acetate naphthy, α -NA)和 β -乙酸萘酯(2-acetate naphthy, β -NA)均为上海试剂一厂产品; 坚固蓝 B (fast blue B salt): Flucka 产品; 对碘硝基苯四偶氮盐[1-(iodophenyl)-3-(p-nitrophenyl)-5-phenyl-2H-tetrazoliumchloride, INT]试剂; 进口分装; 心肌黄酶(diaphorase): Sigma 产品, 英国 ICI 香港办事处赠送; 醇脱氢酶(alcohol dehydrogenase, ADH): Sigma 产品; 毒扁豆碱(eserine sulfate): Flucka 产品; 牛血清白蛋白(Bovine serum albumin)为上海东风试剂厂产品。其他试剂均为分析纯或化学纯。

二、生物测定及增效剂实验

采用 FAO(1980) 推荐的点滴法。详见唐振华^[1]。

三、酶源制备

1. 羧酸酯酶(CarE)取四龄幼虫, 加入 0.1mol/L 磷酸缓冲液 pH7.0, 冰浴下匀浆, 800g 离心 15 分钟, 上清液为酶源。相当于每毫升 6 头幼虫, 测定时稀释 20 倍。

2. 马拉硫磷羧酸酯酶(MCE)取四龄幼虫, 加入 0.1mol/L 磷酸缓冲液 pH7.5, 冰浴下匀浆后, 沉淀中再加入上述缓冲液, 匀浆后合并匀浆液, 800g 离心 10 分钟, 上清液为酶源, 相当于每毫升 6 头幼虫。

3. 蛋白质定量: 采用 Lowry 等^[9]方法, 以牛血清白蛋白为标准蛋白。

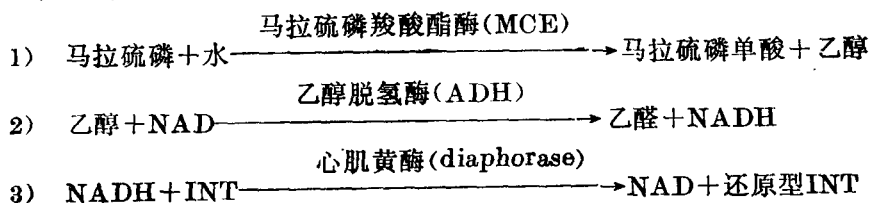
四、活性测定

1. 羧酸酯酶的测定以 α -乙酸萘酚或 β -乙酸萘酚为底物, 反应液中含 10^{-5} mol/L 毒扁豆碱。具体方法参照唐振华等^[9]。

作抑制剂实验时, 抑制剂先加入酶液中, 保温 5 分钟, 加入底物开始反应。

2. 马拉硫磷羧酸酯酶的测定参考 Talcott^[13]的方法。马拉硫磷的水解通过 ADH 和心肌黄酶与 INT 的还原反应偶联:

马拉硫磷的水解通过 ADH 和心肌黄酶与 INT 的还原反应偶联:



2ml 反应液(437 μ l/ml INT, 25U/ml ADH, 0.1U/ml 心肌黄酶, 1.3mg/ml N-AD, 0.1mol/L 磷酸缓冲液 pH7.5)加入 1ml 酶源, 800g 离心 5 分钟, 吸取 2.5ml 上清液, 35 $^{\circ}$ C 保温 5 分钟, 加入 5 μ l 150mmol/L 马拉硫磷丙酮溶液, 35 $^{\circ}$ C 保温, 分别于 0、10、20 分钟测定 500nm 的吸光度。

用分析纯丙酮代替马拉硫磷溶液作对照, 抵消粗酶源中的还原物质造成的干扰。

在这种条件下, INT 的还原量依赖于酶源的浓度, 而与偶联酶无关。

还原型 INT 的消光系数取 Talcott^[13]的值: 0.01375A 500/ μ mol/L。

测定米氏常数时, 马拉硫磷的浓度分别为 150、500、1000、1500 μ mol/L, 其他步

骤同上。

作抑制剂实验时, 抑制剂先加入酶液中, 保温 5 分钟, 然后加入底物开始反应。

结 果

一、生物测定

R 和 S 品系对马拉硫磷、二氯苯醚菊酯、氰戊菊酯的 LD_{50} 及抗性比值见表 1, R 对上述药剂皆有很高的抗性比, 分别为 55, 1900, >6448 倍。

表 1 S和R品系对马拉硫磷和拟除虫菊酯的敏感性

Tab. 1 Susceptibility of the S and R strain of DBM to malathion and pyrethroids

杀虫剂 insecticide	$LD_{50}(\mu g/\text{幼虫})(\mu g/\text{larva})$		相对抗性比 (R/S) Resistant ratio
	S	R	
马拉硫磷 malathion	1.05	58.0	55
二氯苯醚菊酯 permethrin	0.0018	3.42	1,900
氰戊菊酯 fenvalerate	0.0058	>37.4	$>6,448$

二、增效剂对R幼虫马拉硫磷抗性的增效作用

TBPT和TPP在R品系中对马拉硫磷的增效作用见表 2, TBPT增效比 41.7, TPP增效比 8.69。

表 2 几种增效剂在R品系中对马拉硫磷的增效作用

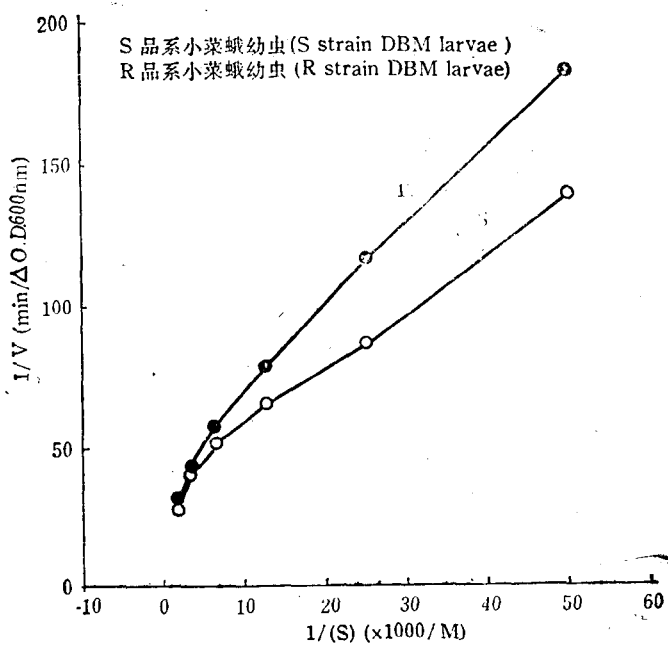
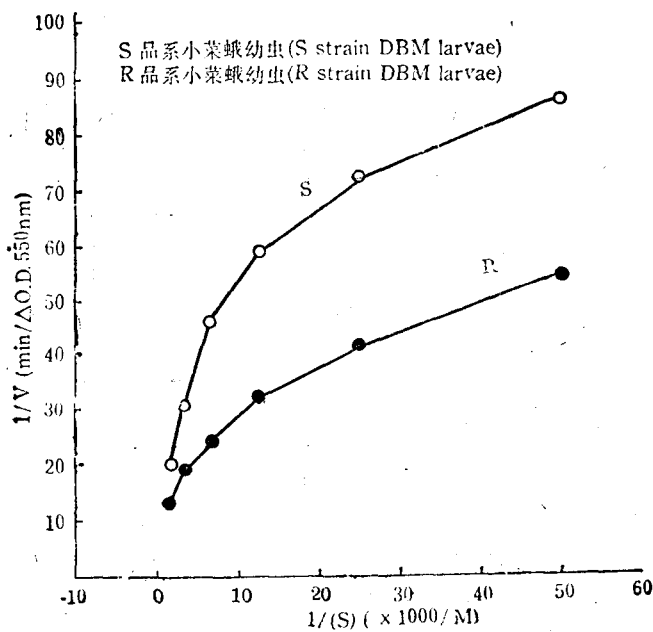
Tab. 2 Synergism of malathion by several synergists in the larvae of R strain of DBM

杀虫剂 insecticide	$LD_{50}(\mu g/\text{虫})(\mu g/\text{larva})$	增效指数 synergism ratio
马拉硫磷 malathion	58.0	—
马拉硫磷 + TBPT(0.309 $\mu g/\text{虫}$) malathion + TBPT(0.309 $\mu g/\text{larva}$)	1.39	41.7
马拉硫磷 + TPP(0.309 $\mu g/\text{虫}$) malathion + TPP(0.309 $\mu g/\text{larva}$)	6.67	8.69

三、R和S幼虫的羧酸酯酶及抑制剂的作用

1. 羧酸酯酶的动力学 分别以 α -NA 和 β -NA 为底物, R 和 S 羧酸酯酶的双倒数曲线见图 1, 2, 由图可见这些曲线都不是直线。

2. 抑制剂的作用 分别以 α -NA 和 β -NA 为底物测定了羧酸酯酶的活力 (表 3)。R 的羧酸酯酶活力与 S 相差不大, 以 α -NA 为底物时几乎相等, 以 β -NA 为底物时 R 活力略高。 10^{-4} mol/L TBPT 和 10^{-4} mol/L TPP 对 R 和 S 幼虫羧酸酯酶的抑制程度相差不大 (表 4)。

图 1 以 α -NA为底物的羧酸酯酶双倒数曲线Fig. 1 Double-reciprocal plot for carboxylesterase (using α -NA as substrate)图 2 以 β -NA为底物的羧酸酯酶双倒数曲线Fig. 2 Double-reciprocal plot for carboxylesterase (using β -NA as substrate)

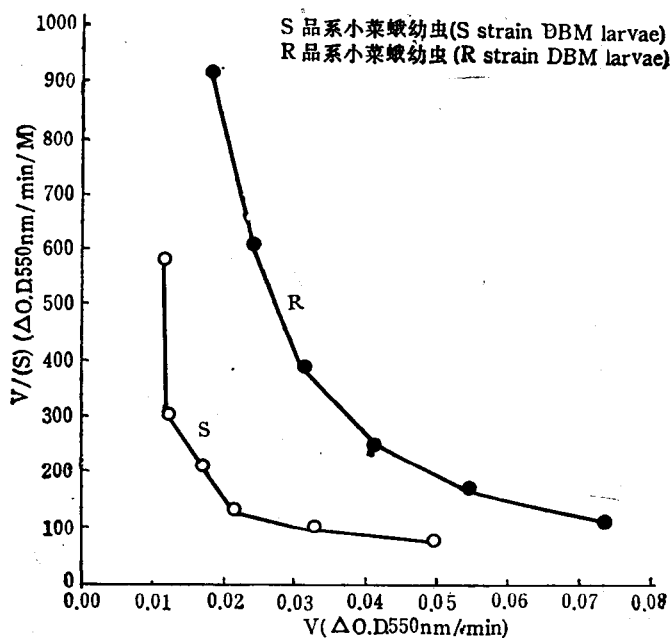
图 3 以 β -NA为底物的羧酸酯酶Eadie-Hofstee曲线Fig. 3 Eadie-Hofstee plot of carboxylesterase (using β -NA as substrate)

表 3 R和S幼虫羧酸酯酶的活力 *

Tab. 3 Carboxylesterase activity of S and R strains of DBM larvae

底 物 substrates	品 系 strains	
	S	R
α -NA	147.3(1.2)**	150.6(5.1)
β -NA	141.9(0.4)	163.2(0.4)

*活力单位: nmol/分钟/毫克蛋白质。

**数据为三次平均值, 括号内为标准差。

* nmol / min / mg protein.

**Mean of three replications, SE in brackets.

四、R和S幼虫的马拉硫磷磷酸酯酶及抑制剂的作用

INT的还原在30分钟内与时间是线性关系(图4), 因此可以认为在30分钟内MCE的活力不变。不同pH值下MCE活力变化见图5, R和S的最适pH都在7.5左右, 因此测定MCE活力时选择pH7.5。米氏常数见表5, 两个品系的 K_m 相差不大, R的 V_{max} 是S的1.43倍。

TBPT和TPP和对氧磷对R和S幼虫的MCE抑制程度差别不大(表6)。尽管 10^{-5} mol/L对氧磷可抑制羧酸酯酶(以 α -NA或 β -NA为底物)90%以上的活力, 但仅能抑制

表 4 几种抑制剂对羧酸酯酶的抑制百分率(%)

Tab. 4 Inhibition percent (%) of several inhibitors to carboxylesterase in S and R strains

抑制剂(浓度) inhibitor (conc.)	品 系 (strains)			
	S		R	
	α -NA	β -NA	α -NA	β -NA
TBPT(10^{-4} mol/L)	36.5	30.6	30.5	34.1
TPP(10^{-4} mol/L)	37.3	25.7	40.5	34.4
对氧磷 (10^{-5} mol/L) paraoxon	96.5	100	95.8	100

表 5 S和R的MCE动力学常数

Tab. 5 The kinetic parameters of MCE in S and R strains

动力学常数* kinetic parameter	品 系 strain		相对倍数 (R/S)
	S	R	
K_m	2.43	2.85	1.17
V_{max}	1.35	1.94	1.43

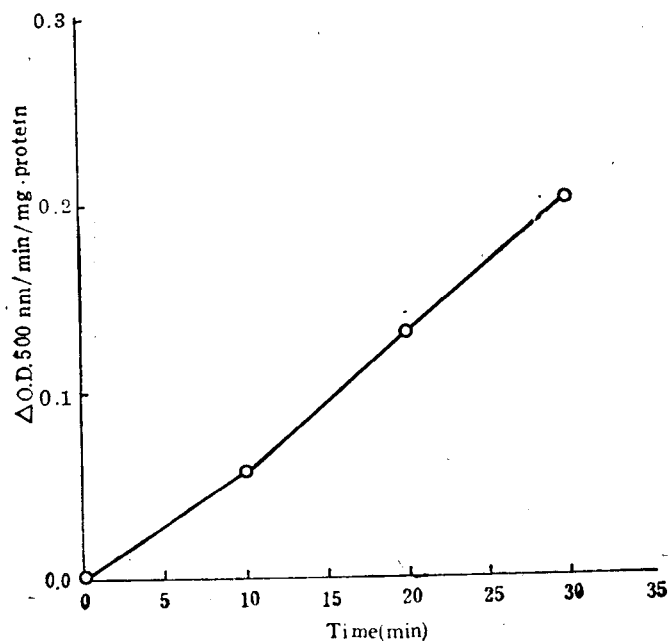
* K_m 单位: mmol/L。 V_{max} 单位: nmol/L/min/mg蛋白质。* the unit of K_m and V_{max} are mmol / L and nmol / L / min / mg protein respectively.

图 4 R 幼虫还原型 INT 量的时间进程曲线

Fig. 4 Effect of time on the amount of reduced form INT in the larvae homogenate of R strain

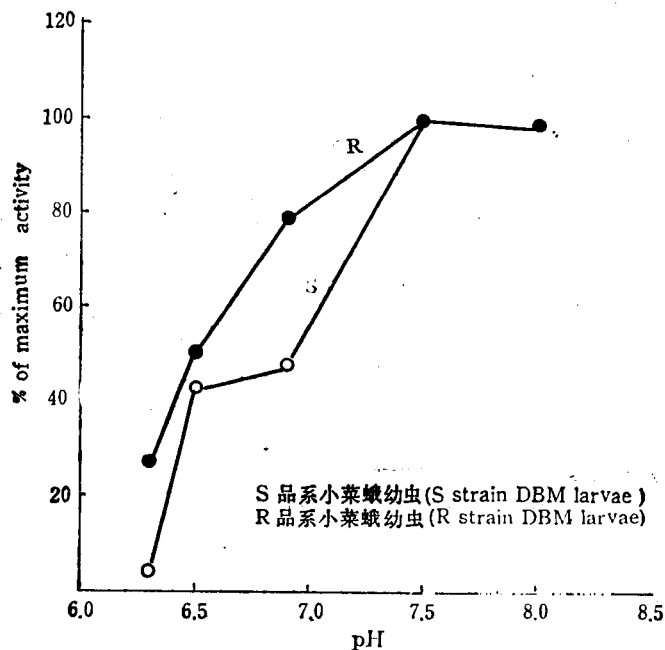


图5 pH对MCE活力的影响(%)

Fig. 5 Effect of pH on the activity of MCE in the larvae homogenate of S and R strains(%).

表6 R和S幼虫的MCE活力以及抑制剂对其活力的影响

Tab. 6 The activity of MCE and the effect of several inhibitors on MCE in the S and R strains of DBM larvae

抑制剂(浓度) inhibitor (conc.)	活 力* activity		抑制百分率(%)inhibition (%)	
	S	R	S	R
对照	0.700(0.015)**	0.960(0.032)***	—	—
TBPT (10 ⁻⁴ mol/L)	0.584(0.015)	0.777(0.024)	16.6	19.0
TPP(10 ⁻⁴ mol/L)	0.519(0.051)	0.628(0.040)	25.8	34.6
对氧磷 (10 ⁻⁴ mol/L) paraoxon	0.632(0.023)	0.788(0.082)	9.6	18.0

* 活力单位: nmol/分钟/毫克蛋白质。

** 表中数据为三次的平均值, 括号内数据为标准差。

*** 与S品系差异显著($P < 0.01$)。

• nmol / min / mg protein.

** Mean of three replications, SE in bracket.

*** significantly different from S ($P < 0.01$).

MCE活力的20%以下。

讨 论

从增效剂的实验结果来看,小菜蛾对马拉硫磷的抗性与酯酶有关,但离体的实验还不能确证普通酯酶的作用,而且从几种抑制剂对MCE的影响看,TPP和TBPT的增效作用可能不是通过抑制MCE而起作用。

无论是以 α -NA或 β -NA为底物,R和S羧酸酯酶的双倒数曲线都不是直线,由此可初步推测小菜蛾的羧酸酯酶是由至少两种以上动力学性质不同的同工酶组成^[6]。羧酸酯酶同工酶的种类很多^[10],由于某些羧酸酯酶的 K_m 很小,在底物浓度很低条件下,其活力亦较高;而另一些酶的 K_m 和 V_{max} 皆较大,在底物浓度较高的条件下起主要作用。这样就造成双倒数曲线在 $1/[S]$ 小时向下弯。用Eadie-Hofstee法^[4]作图(图3)亦清楚地说明了这一点。在这种情况下,用双倒数作图法,通过外推法求得 K_m 和 V_{max} 值会有很大的误差^[6]。所以这种情况下,试图通过比较 K_m 和 V_{max} 的差别来说明R和S羧酸酯酶的差异是困难的。

从表3和表5可以看出,MCE活力与羧酸酯酶活力相比是很低的。这可能是由于羧酸酯酶的同工酶种类很多,能水解马拉硫磷的是其中的一小部分;另一种可能性是 α -NA或 β -NA不是MCE的合适底物。这样R和S羧酸酯酶总体活力差异不大。

MCE活力测定说明R和S品系中都存在有MCE,只是在R中活力略高。Doichuanngam的实验^[9]证实水解马拉硫磷为马拉硫磷单酸和马拉硫磷二羧酸的酶在马拉硫磷抗性中起着重要的作用。这里的结果表明,MCE在马拉硫磷抗性中有一定作用,但似乎并不是最主要的。当然活体和离体实验毕竟有一定的差异,活体内多功能氧化酶亦能将马拉硫磷降解为马拉硫磷单酸和马拉硫磷二羧酸,因此活体测定的结果至少是MCE和多功能氧化酶共同的作用。

昆虫对杀虫剂的抗药性涉及多种解毒酶、杀虫剂的表皮穿透性和靶标酶的敏感性,抗药性是上述各种因素的综合效果。小菜蛾抗药性亦是这样,不仅涉及羧酸酯酶^[5,7,10]、MCE、多功能氧化酶^[8]、谷胱甘肽转移酶^[5],而且一般有机磷抗性都涉及靶标酶——乙酰胆碱酯酶的变化,这一点已被证实^[8,17]。

参 考 文 献

- [1] 唐振华、周成理等。1992。上海地区小菜蛾的抗药性及增效剂的作用。植物保护学报, 19(2):179—185。
- [2] 唐振华、周成理。1992。抗性小菜蛾中的乙酰胆碱酯酶及其敏感度降低。昆虫学报, 35(4):385—392。
- [3] 唐振华、周成理。1993。解毒酯酶在小菜蛾抗性中的作用。昆虫学报, 36(1):8—13。
- [4] 许根俊。1988。酶的作用原理, 科学出版社 pp36—38。
- [5] Balabaskaran, S., et al. 1989 Glutathione S-transferases from the diamondback moth (*Plutella xylostella* L.). *Insect. Biochem.* 19(4):435—443。
- [6] Dixon, M., 1979 *Enzymes*, third edition, Longman Group Ltd pp 75—78。
- [7] Doichuanngam, K. and R. A., Thornhill 1989 The role of nonspecific esterases in insecticide resistance to malathion in the diamondback moth *Plutella xylostella*. *Comp. Biochem. Physiol.* 93C: 81—89。
- [8] Lin, J. G., et al. 1989 Teflubenzuron resistance and microsomal monooxygenases in larvae of the diamondback moth. *Pesticide. Biochem. Physiol.* 35: 20—25。

- [9] Lowry, D. H. et al 1951 Protein measurement with the Folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.* **193**: 265—75.
- [10] Maa, C. J. W. et al. 1990 Esterase zymograms as an assay for detection of resistant populations of diamondback moth, in: Talekar, N. S. (ed.) *Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. Proceedings of the Second International Workshop*, pp 369—382. 10—14 December 1990 AVRDC Publication.
- [11] Sun, C. N. et al 1978 Diamondback moth resistance to diazinon and methomyl in Taiwan. *J. Econ. Entomol.* **71**: 551—4.
- [12] Sun, C. N. 1990 Insecticide Resistance in diamondback moth. in: Talekar, N. S. (ed.) *Diamondback moth and other crucifer pests. Proceedings of the Second International workshop*, pp 419—426. 10—14 December 1990 AVRDC Publication.
- [13] Talcott, R. E. 1979 Hepatic and extrahepatic malathion carboxylesterases assay and localization in the rat. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* **47**: 145—150.
- [14] Talekar N. S. and T. D. Griggs(ed.) 1985 *Diamondback Moth Management, Proceedings of the First International Workshop* pp. 329—402. 11—15 March 1990 VARDC Publication.
- [15] Talekar N. S. (ed.) 1990 *Diamondback moth and other crucifer pests, Proceedings of the Second International workshop*, pp 363—486. 10—14 December 1990 VARDC Publication.
- [16] Van Asperen, K. 1962 A study of housefly esterases by means of a sensitive colorimetric method. *J. Insect. Physiol.* **8**: 401—16.
- [17] Yu, S. J. and S. N. Nguyen 1992 Detection and biochemical characterization of insecticide resistance in the diamondback moth *Pesti. Biochem. Physiol.* **44**: 74—81.

THE ROLE OF MALATHION CARBOXYLESTERASE IN INSECTICIDE RESISTANCE OF THE DIAMONDBACK MOTH (*PLUTELLA XYLOSTELLA* L.) LARVAE

Li Xiangdong Tang Zhenhua

(Shanghai Institute of Entomology, Academia Sinica)

The susceptibility of S and R strains of diamondback moth (DBM) larvae to malathion, permethrin and fenvalerate were tested with topical application recommended by FAO. The R strain showed very strongly resistance to malathion (55-fold), permethrin (1900-fold) and fenvalerate (over 6448-fold). The *in vivo* studies of synergism indicated that the mechanism of resistance to malathion might be associated with carboxylesterase.

The *in vitro* studies showed there were no significant difference in carboxylesterase activity and the inhibition by TPP, TBPT and paraoxon between S and R strains.

The *in vitro* studies of malathion carboxylesterase (MCE) showed that MCE existed in both R and S larvae and the relative ratio of MCE activity of R to S larvae was 1.43. The inhibition experiments showed the synergism of malathion by TPP and TBPT might not be to go through inhibiting MCE.

Key word *Plutella xylostella* pesticide resistance malathion carboxylesterase