

392-396

3962(8)

第14卷 第4期
1994年12月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 14, No. 4
Dec., 1994

朱砂叶螨抗氧化乐果品系选育及遗传分析

吴孔明* 刘芹轩

(河南省农业科学院植物保护研究所, 郑州, 450002)

S433.7

S481.4

A

摘 要 对采自棉田的朱砂叶螨(*Tetranychus cinnabarinus*)种群使用氧化乐果选择压(66.67—133.33 μ L/L)16次筛选后,抗氧化乐果由8.33倍上升到36.93倍,利用此抗性品系(R)和采自河南省固始县的敏感品系(S)杂交和回交,研究了朱砂叶螨抗氧化乐果的遗传方式。正交和反交(SR和RS) F_1 代的LC-P线介于S与R之间偏向R方,显性系数 D_{SR} 和 D_{RS} 分别为0.5679和0.5659,表明抗性是由不完全显性基因控制。对 F_1 杂合子与亲本的回交($SR_1 \times S_1$) F_2 代测定表明抗性由单个基因控制。

关键词: 朱砂叶螨, 氧化乐果, 遗传方式。

朱砂叶螨是我国棉花及其它作物的重要害螨,施用化学农药是多年来的主要防治措施。进入80年代后期,朱砂叶螨抗药性水平上升极快,明显降低了多种农药的防治效果^[1]。如何延缓和抑制朱砂叶螨抗药性的发展已成为棉花害虫抗性治理的一个重要内容。

害虫抗药性是一种遗传性状,研究抗性的遗传方式是指导抗性治理的理论基础。有关农业害虫的抗药性遗传研究,国外已做了较多的工作^[2-7],但有关朱砂叶螨对杀虫杀螨剂的抗性遗传尚未见报道。氧化乐果是我国北方棉区常用的杀虫杀螨剂,本文报道了朱砂叶螨抗氧化乐果遗传方式的研究结果。

1 材料方法

1.1 供试朱砂叶螨

敏感品系来源:朱砂叶螨敏感品系采自河南省固始县棉花植株上。此地位于淮河以南,大别山北的丘陵地带,属非棉区。农民在田边地头零星种植小片棉花,无施药历史。采集的朱砂叶螨饲养在利用营养液培育的棉苗上。毒力测定表明,其对农药的敏感度显著高于采自其它地区的品系。

抗性朱砂叶螨品系选育:以采自河南省郑州市棉田的朱砂叶螨为原始抗性种群,在室内大量繁殖后采用棉苗浸药液法筛选抗性个体。具体方法如下:将饲养朱砂叶螨的棉苗在一定浓度的氧化乐果药液中浸泡5s,然后继续在营养液中培养棉苗,置于26℃下培养箱中。待24h后,在双目解剖镜下将棉叶上存活的幼、若及成螨挑至新的棉苗上饲养、繁殖。经过1代繁育,种群密度足够高时进行下一轮选育,直至抗性稳定为止。共计筛选16次,依据抗性水平和种群密度确定选择压,所用选择压的幅度为66.67—133.33 μ L/L。每4次筛选后进行一次毒力测定。

1.2 抗药性遗传试验方法

在26℃、15h光照条件下,利用幼嫩棉苗繁殖大量的健康抗、感朱砂叶螨备用。为了保证已交配的雌螨不进入杂交试验,在后期静伏阶段将雌螨分离。用毛笔挑取抗性、感性雄成螨和后

* 现在中国农业科学院植物保护研究所,100094。

收稿日期 1993 04 11,修改稿收到日期:1994 03 16。

期静伏雌若螨于棉苗上,分别配对杂交($S_f \times R_f$ 和 $R_f \times S_f$,即SR和RS)得 F_1 代。取未经交配的SR个体分别与 S_f 交配($SR_f \times S_f$),繁殖后得 F_2 代回交个体。

为了保证繁殖足够多的后代供试,杂交螨数不少于300对。交配后的雌螨繁殖7d后用毛笔挑除,待所产卵发育至成螨后进行毒力测定。

1.3 抗性水平测定方法

用玻片浸渍法测定抗性水平。抗性选育过程中设置6—8个系列浓度,抗性遗传试验设10个系列浓度。每一浓度重复3次,共计60—80头健康一致的雌成螨。粘贴雌成螨的玻片在药液中浸渍5s后,用滤纸吸干药液,放入25℃培养箱。24h后检查死亡数,按照浓度对数-机率值法计算毒力方程式,求出 LC_{50} 等参数。

2 结果与分析

2.1 朱砂叶螨抗氧化乐果品系选育

采自河南省郑州棉田的朱砂叶螨在室内棉苗上饲养2代后,测定其对氧化乐果的抗性水平,结果表明致死中量浓度(LC_{50})为80.75 μ L/L。以此种群为抗性选育的原始材料,在氧化乐果选择压下筛选,首次筛选剂量为66.67 μ L/L,即40%氧化乐果稀释6000倍,此后不断增加选择压直至133.33 μ L/L。表1示不同筛选次数下的朱砂叶螨抗性水平,从中可以看出,随着筛选次数增加,朱砂叶螨对氧化乐果的抗性水平增高,经过16次选择后, LC_{50} 最后达到357.84 μ L/L。采自河南省固始县的敏感品系 LC_{50} 为9.69 μ L/L,如以其为基数,则抗性倍数为36.93。 b 值由原始种群的2.4113增加到3.5818表明该种群对杀虫剂的反应趋于均匀。

表1 不同选择次数下朱砂叶螨对氧化乐果的抗性水平

Table 1 Levels of omethoate resistance in the carmine spider mite selected with omethoate during 16 generations

筛选代别 Selection generation	回归方程式 Regression equation	致死中浓度 LC_{50} (μ L/L)	抗性倍数 Resistant factor
0	$Y=2.4113X+0.4013$	80.75	8.33
4	$Y=2.7139X-1.1150$	178.47	18.42
8	$Y=3.2418X-2.5439$	222.13	22.92
12	$Y=3.2653X-3.1271$	308.27	31.81
16	$Y=3.5313X-4.1468$	357.84	36.93

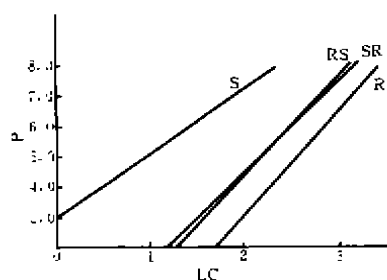


图1 亲代S,R和杂交 F_1 的LC-P线

Fig. 1 LC-P lines for *T. cinnabarinus* parental strains and reciprocal F_1 females

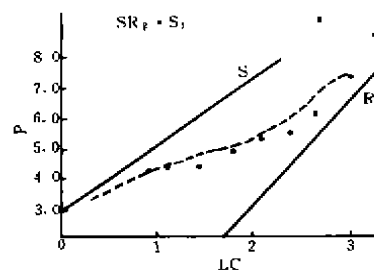


图2 回交 F_2 ($SR_f \times S_f$)的LC-P期望值
Fig. 2 LC-P line for *T. cinnabarinus* progeny of S, R, $SR_f \times S_f$ (Dashed line represented the response expected if omethoate resistance in the mite was determined by a single, major, incompletely dominant gene)

2.2 朱砂叶螨抗氧化乐果的遗传方式

从表2可知,正交与反交 F_1 代的 LC_{50} 分别为164.10和163.52 $\mu\text{L/L}$,正交和反交无明显的差别则表明母性影响不大。从图1的LC-P线亦可看出, F_1 代的LC-P线介于S和R品系之间且略偏于R一方,说明抗性基因为部分显性。根据测定亲本杂交 F_1 代显性度(D)的Falconer氏公式可计算抗氧化乐果基因遗传的显性系数^[6]

$$D = \frac{2X_2 - X_1 - X_3}{X_1 - X_3}$$

X_1 、 X_2 、 X_3 分别为抗性品系,杂交后代 F_1 和感性品系 LC_{50} 的常用对数植。 $D=1$ 为完全显性, $D=-1$ 为完全隐性, $D=0$ 为中间型。

计算得出, $D_{SR}=0.5679$, $D_{RS}=0.5659$,因而可以认为朱砂叶螨抗氧化乐果按不完全显性方式遗传。

表2 朱砂叶螨抗性、敏感品系及杂交和回交后代对氧化乐果的敏感性

Table 2 Susceptibility to omethoate in S and R stains, F_1 hybrids of SR and RS, and backcross progeny of carmine spider mite

品系 Strain	回归方程式 Regression equation	致死中浓度 $LC_{50}(\mu\text{L/L})$	抗性倍数 Resistant factor
S	$Y=2.1260X+2.9032$	9.69	1.00
R	$Y=3.5818X-4.1468$	357.84	36.93
F_1 SR($S\text{♀} \times R\text{♂}$)	$Y=3.2554X-2.2111$	164.10	16.93
F_1 RS($R\text{♀} \times S\text{♂}$)	$Y=3.4680X-2.6767$	163.52	16.88
F_2 (SR $\text{♀} \times S\text{♂}$)	$Y=1.3026X-2.7776$	50.83	5.25

叶螨类为单一双倍染色体结构,雌性为双倍体,雄性个体在胚胎发育期丢掉了一套来自父系的染色体成为拟单倍性,因而雄性的抗性基因全部来自母性。 F_1 代RS和SR的自交等于回交^[2,3]。设定抗性的基因数目,可根据相应的孟德尔遗传模型计算分离状况,通过理论分离值和实际分离值的相互比较可确定基因数目。一般采用 X^2 分析进行适合性检验,

$$X^2 = \sum_{i=1}^R \left| \frac{O-E}{E} \right|^2$$

其中, O 为实际死亡虫数, E 为理论死亡虫数, R 为试验组数。

如果假设抗性为单个主基因控制,则 $SR\text{♀} \times S\text{♂}$ F_2 代在每个剂量下的期望反应为,

$$X_y = W(SR)0.50 + W(SS)0.50$$

此处 X 为 y 剂量下的期望值, W 为在剂量 y 下从毒力方程式计算的SS和SR基因型的观察值。按照上述模型模拟的 $SR \times S\text{♂}$ 后代LC-P关系如图2中虚线所示,可以看出和实际毒力测定结果较为吻合。为了进一步证实朱砂叶螨抗氧化乐果单基因遗传规律,对 $SR \times S\text{♂}$ 后代的分离进行了卡方检验,如表3所示。

X^2 测定表明, $X^2_c=10.2614$,当 $df=7$ 时, $X^2_{0.05}=14.07$ 。因而,可以认为朱砂叶螨抗氧化乐果遗传由单个不完全显性主基因控制。

3 讨 论

截止1989年,全球已发现500多种节肢动物对一种或多种杀虫剂具有抗性。杀虫剂有效性的丧失,导致更频繁更大剂量地使用杀虫剂,形成恶性循环。采取对策以延缓和抑制抗性发

展速度,已成为多种农作物害虫综合治理的当务之急。昆虫对杀虫剂的抗性主要是通过等位基因变异的一个或二个位点上遗传的,抗性发展速度取决于抗性基因频率变化的速率^①。因此,为了有效地管理抗性,必须研究抗性遗传学。

表 3 朱砂叶螨抗氧化乐果单基因遗传的 χ^2 分析表

Table 3 Chi-square(χ^2) analysis of omethoate resistance inheritance in *T. cinnabarinus*

剂量 Dose(μ L/L)	供试虫数 n	实际死亡数 Obs	理论死亡数 Exp	χ^2
925	77	76	77.0	0.0130
462.5	104	88	100.36	1.5222
231.3	60	40	50.70	2.2582
115.6	66	42	42.90	0.0189
57.8	64	28	35.84	1.7150
28.9	78	22	32.76	3.5341
14.5	82	23	26.24	0.4000
7.2	84	20	16.38	0.8000

昆虫抗药性遗传学研究最早始于 40 年代对加州红园蚧(*Aonidiella aureantii*)对氢氰酸的抗药性遗传分析。随着昆虫抗药性问题的日趋严重,抗药性遗传研究得到迅速发展,形成了一套完整的研究技术⁽⁷⁾。有关农业害螨的工作,国外已有一些研究,如 Keena 等研究了太平洋叶螨和二点叶螨对克螨特的抗性遗传⁽⁴⁾。Hoy 等研究了太平洋叶螨对三环锡的抗性遗传^(2,3),明确了抗性基因的显隐性关系和基因数目,并据此提出相应的抗性

治理措施。国内的工作尚属局限于卫生害虫和捕食螨,如淡色库蚊抗马拉硫磷⁽⁹⁾,拟长毛钝绥螨抗乐果⁽¹⁰⁾和尼氏钝绥螨抗亚胺硫磷的遗传方式研究⁽¹¹⁾。而有关我国重要的农业害虫研究所做工作甚少。棉花是我国的重要经济作物,棉花害虫抗药性已成为限制棉花生产的关键因素,一些重要棉虫的抗药性遗传研究应给予足够的重视。

近年来,作者对河南省朱砂叶螨抗氧化乐果监测表明,棉田朱砂叶螨有约 20 倍左右的抗性,相当于杂合子(RS)的抗性水平,表明朱砂叶螨抗氧化乐果现正处于突增阶段。鉴于抗性是由单个不完全显性主基因控制,具有潜在的高发展速度,如不采取适当措施抗性将可能迅速上升。因而,建议棉花生产中可采用增效剂或与尚未产生抗性的杀虫剂混用来治理抗氧化乐果朱砂叶螨。

参 考 文 献

- 1 吴孔明等.朱砂叶螨抗药性研究.华北农学报,1990,5(2):117—123
- 2 Hoy M A, et al. Cyhexatin and fenbutatin-oxide resistance in pacific spider mite (Acari; Tetranychidae); stability and mode of inheritance. *J. Econ. Entomol.*, 1988, 81(1): 57—64
- 3 Hoy M A and Conley J. Propargite resistance in pacific spider mite (Acari; Tetranychidae); stability and mode of inheritance. *J. Econ. Entomol.*, 1989, 82(1): 11—16
- 4 Keena M and Granett J. Genetic analysis of propargite resistance in pacific spider mite and two-spotted spider mite (Acari; Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.*, 1990, 83(3): 655—661
- 5 Payne G T, et al. Inheritance of permethrin resistance in the tobacco budworm (Lepidoptera; Noctuidae). *J. Econ. Entomol.*, 1988, 81(1): 65—73
- 6 Stone B F. A formula for determining degree of dominance in case of monofactorial inheritance of resistance to chemicals. *Bull. W. H. O.*, 1968, 38: 325—326
- 7 Tsukamoto M. Methods of genetic analysis of insecticide resistance. In G. P. Georgiou & T. Saito (eds). *Pest resistance to pesticides*. Plenum, New York, 1983, 71—98
- 8 王智翔.昆虫生态学.马世骏主编.现代生态学透视.北京:科学出版社,1990,173—182
- 9 黎云根,唐振华.抗马拉硫磷淡色库蚊的形式遗传研究.昆虫学研究集刊.上海:上海科学技术出版社,1982—83 第三集,85—92

- 10 柯励生等. 拟长毛钝绥螨抗乐果品系的筛选及遗传分析. 昆虫学报, 1990, 33(4), 393—397
11 黄明度等. 尼氏钝绥螨抗亚胺硫磷品系的筛选及遗传分析. 昆虫学报, 1987, 30(2), 133—139

**OMETHOATE-RESISTANT CARMINE SPIDER MITE
(*TETRANYCHUS CINNABARINUS* BOISDUVAL):
SELECTION OF R-STRAIN AND GENETIC ANALYSIS**

Wu Kongming Liu Qinxuan

(*Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou, 450002*)

An omethoate-resistant strain of carmine spider mite (*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval) was obtained by laboratory selection of a colony collected from Henan cotton field after 16 selections with omethoate in a concentration ranging from 66.67 to 133.33 ($\mu\text{l/L}$) during 16 generations and got a resistance to this insecticide increased from 8.33 folds (before selection) to about 36.93 folds. This was compared with a susceptible population collected from Gushi county in Henan province to ensure a homogeneous colony for the mode inheritance tests. LC-P lines of the reciprocal crosses (RS, SR) were closed to those of R strain, and the degree of dominance (D) was estimated to be 0.5679 and 0.5659, respectively, suggesting that there were no maternal effects and omethoate resistance in this mite was incompletely dominant. The results obtained from the backcross of $\text{SR}_4 \times \text{S}_1$ indicated that omethoate resistance was inherited as a single gene.

Key words: carmine spider mite, omethoate, mode of inheritance.