

昆 虫 学 报

Acta Entomologica Sinica

第15卷

第3期

Vol. XV

No. 3

1966

中国昆虫学会編輯

科学出版社出版

昆虫学报 第15卷 第3期

(原名中国昆虫学报)

目 录

高举毛泽东思想伟大红旗

- 积极参加社会主义文化大革命《解放军报》社论 (165)
- 千万不要忘记阶级斗争《解放军报》社论 (175)
- 评“三家村”——《燕山夜话》《三家村札记》的反动本质姚文元 (179)
- 横扫一切牛鬼蛇神《人民日报》社论 (197)
- 触及人们灵魂的大革命《人民日报》社论 (199)
- 棉蚜各型对 *E-1059* 抗性的研究张广学、钟铁森 (201)
- 山楂红蜘蛛防治研究 I. 对有机磷杀螨剂的抗药性测定张昌辉、曹子刚 (217)
- 荔枝蜂象胚胎发育研究 I. 胚胎发育过程中形态和生理的变化及温度
对发育速度的影响刘秀琼、黄淑汉、周薰薇、张维球 (227)

研 究 简 报

- 马尾松毛虫对化学不育剂的反应何沛、沈光普、刘映先 (239)
- 东亚飞蝗鼓膜器对于不同方向声刺激的反应陈元光、钦俊德 (242)
- 地里恙螨幼虫形态变异的研究王敦清、陈天葆、翁士珍、廖瀛睿 (245)
- 我国的短头怪蝠蚤金大雄、李贵真 (247)
- 几种梨虎学名的订正赵养昌、李亚杰 (249)

棉蚜各型对 *E-1059* 抗性的研究*

张广学 钟铁森

(中国科学院动物研究所)

摘要 1. 从来没有使用过有机磷制剂治蚜的延庆地区的棉蚜各型对 *E-1059* 最敏感。但棉蚜各型对 *E-1059* 有自然抗性的差异。以 LD_{50} 对比, 干母与有翅侨蚜间的抗性差异为 3.82:1。

2. 北京东郊棉区自 1956 年使用 *E-1059* 治蚜, 棉蚜对 *E-1059* 有较低的抗性。但各型对 *E-1059* 的抗性很不相同, 其 LD_{50} 如下: 在上半年, 干母, 0.0921 微克/蚜, 干雌, 0.0328 微克/蚜, 迁移蚜, 0.00269 微克/蚜; 下半年, 无翅侨蚜, 0.234 微克/蚜, 产卵雌蚜, 0.206 微克/蚜, 性母, 0.11 微克/蚜, 雄蚜, 0.0989 微克/蚜。因此, 干母与迁移蚜间的抗性差异为 34.28:1。

山东高密棉区的棉蚜对 *E-1059* 的抗性虽然最强, 但是棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性次序却大体上与北京东郊棉区一致。

3. 同一蚜型中, 有翅蚜与无翅蚜对 *E-1059* 的抗性各不相同, 一般有翅蚜抗性低, 无翅蚜有较高的抗性。

4. 棉蚜各型中, 以迁移蚜、有翅侨蚜和无翅侨蚜对 *E-1059* 依次最敏感, 用以作为抗性测定材料, 常可表现出地区间抗性的最大差异。

5. 棉蚜各型对 *E-1059* 抗性的寄主间差异常不显著。

文末还对棉蚜各型的抗性差异在抗性测定和防治工作上的应用、棉蚜对 *E-1059* 抗性的增长、棉蚜抗性指数的初步估计方法和治蚜策略等问题作了讨论。

前 言

棉蚜对 *E-1059* 的抗性已有报导 (龚坤元等, 1964)。目前很多棉区群众也反映使用 *E-1059* 防治棉蚜的效果逐步减退, 棉蚜抗性测定工作有待进一步开展。但棉蚜生活周期中存在着多态现象, 从春到冬, 有干母、干雌、迁移蚜、侨蚜、性母和性蚜等型依次出现, 其中有些型还有有翅型和无翅型之分。这些多态型不仅形态上有很大差别, 生物学特性也各不相同。它们对药剂的抗性是否不同, 测定抗性时以采用哪种寄主上的哪种蚜型较为适宜的问题, 到目前为止, 还没有人报导过。因此 1964—1965 年我们以北京、高密和延庆等地的棉蚜为材料, 测定各型对 *E-1059* 的抗性程度, 证明棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性确有很大差别。

材 料 与 方 法

测定棉蚜抗性的方法, 大都采用龚坤元、张桂林等 (1963, 1964) 所主张的方法。

棉蚜来源 测定抗性使用的棉蚜各型样本, 除文中注明的少数曾在大田笼罩中饲养过一段时间以外, 都采自田间。有翅型都是从田间采回第 4 龄有翅若蚜在 24 小时内羽化得来的; 无翅型都是直接从田间蚜群中选得的初成长的成虫, 它们的附肢中等骨化, 体卵圆形, 大小虽与第 4 龄相仿, 但尾片业已成长 (这些都足以与若虫或已成长 2 天以后的成虫区别)。

* 这项工作是在来弘复教授指导下进行的。承龚坤元教授提供毛细管点滴器全套设备和丰富的测定经验并校阅全文及提出宝贵意见。又承张桂林、王慧英、王林瑞和岑家子同志协助部分测定工作, 均致致谢。

取样地区治蚜历史情况

取样地区包括延庆、北京东郊、晋县农场、高密城关和高密农场。延庆全县只植棉数十亩,每块棉田只数分地,无治蚜习惯,测定以前没有使用过有机磷制剂治蚜,用以代表非抗性棉区。北京东郊是半集中棉区,1953年以前使用烟草水治蚜,1954—1955年使用0.5% *r*666粉治蚜,1956年以后使用50% *E-1059*治蚜,1962年以前使用4,000倍液,1963年2,000倍液,1964年1,500倍液,每年施药2—3次,代表低抗性棉区。高密是集中棉区,农场附近1955年以前施药治蚜情况与北京东郊相似,1956年以后使用 *E-1059*治蚜,1961年以前使用2,000倍液,1962年1,500倍,1963年1,000倍,1964年500—1,000倍液,1960年以前每年施药4—5次,1961—1962年7—8次,1963年10—12次,1964年5—7次,代表高抗性棉区。高密城关与农场附近施药情况相仿,但次数较少。晋县农场1952年开始使用46.6% *E-605*的15,000倍液治蚜,每年施药4—5次,1957年后改用 *E-1059*的2,000倍液治蚜,两地也是抗性较高的棉区(龚坤元等,1964)。我们着重测定北京和高密棉蚜各型的抗性,对于延庆和晋县棉蚜的部分型也作了测定。

杀虫剂及载毒剂 杀虫剂为纯 *E-1059*,西德拜耳厂产品。载毒剂为分析纯丙酮。

毛细管微量点滴器 装置与龚坤元等(1963、1964)所采用的相似。5月29日以前棉蚜各型的抗性测定,均使用容积为0.0852微升的毛细管。5月29日以后棉蚜各型的抗性,则改用容积为0.0413微升的毛细管测定。

测定程序 每一蚜型通常用4—5个浓度测定,根据棉蚜各型和各地区实际抗性情况选择剂量,8—100,000 ppm的浓度都曾试用过。例如:北京东郊无翅侨蚜常用125—1,000 ppm的浓度,而高密农场的无翅侨蚜则用1,000—10,000 ppm的浓度进行测定。首先把要测定的棉蚜选好,移放在白纸上,用毛细管微量点滴器将药液吹滴在无翅蚜的腹部背面中央或有翅蚜胸部背面翅的基部,随即移入直径3厘米,长9厘米的指形管内。每一处理用棉蚜30头,点滴一个处理约需3—5分钟。指形管用纱布作盖,以通空气并防蚜虫逃逸。管内放一片吸水纸,以防蚜虫粘着于管壁。记载点滴完毕时刻,继续作另一处理。1小时后计算死亡率。

对照 每次测定都设有对照,用分析纯丙酮处理棉蚜30头,点滴方法同上。对照组都无死亡。

死亡标准 用10倍手持放大镜检查,如果蚜虫附肢已完全失去活动能力,至多触角第6节鞭状部分尚保持颤动,就作为死亡。

温度 在测定以前,棉蚜各型都生活在大田的自然温度中。春季和秋季在恒温室中进行测定,夏季在地下室中进行,测定过程中气温都保持在20—23℃之间。

结果分析 采用龚坤元等(1964)改进的Litchfield等(1949)的简易图解法求毒力回归线,致死中浓度 LC_{50} ,致死中量 LD_{50} 、95%置信界限、回归式、 χ^2 及 LD_{95} 等项。由于先后曾用0.0852和0.0413微升的毛细管测定,为便于分析对比,以同一蚜型在同一条件下作两毛细管的交叉对比测定,对于0.0852微升毛细管测定的数据进行校正。

结 果

延庆棉蚜各型对 *E-1059* 的自然抗性

延庆地区的棉蚜在测定以前虽然从来沒

用有机磷制剂防治过,而棉蚜各型对 E-1059 却表现有明显不同的自然抗性:干雌的抗性最强,无翅侨蚜次之,有翅侨蚜最弱。如果以 LD_{50} 相比较,干雌与有翅侨蚜以及无翅侨蚜与有翅侨蚜之间都有显著性差异(表 1)。如果以 LD_{95} 相比较,所测定的各型之间也都有显著性差异。E-1059 对这三个蚜型的毒力回归线的斜度(b 值)随抗性增大而变小(图 1),亦即抗性强的蚜型在种群内部表现较大的异质性。

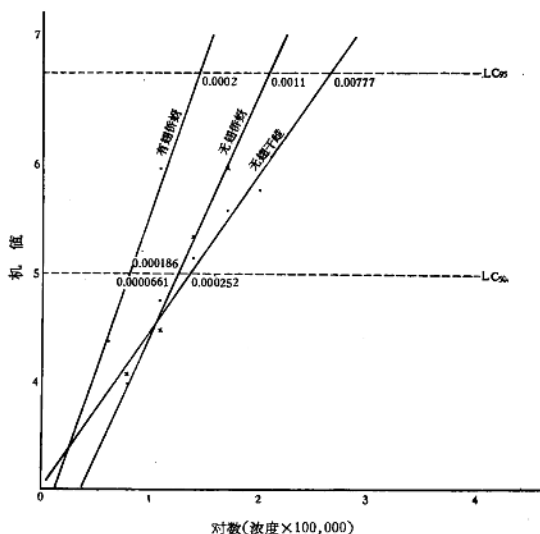
表 1 延庆棉蚜各型对 E-1059 的抗性比较

1964 年 5—6 月

项 目 \ 蚜型** 月/日	无 翅 干 雌 (5/14)	无 翅 侨 蚜 (6/16)	有 翅 侨 蚜 (6/16)
LD_{50} 的相对倍数	1.35 3.82*	1 2.82*	1
LD_{50} 微克/蚜	0.0116	0.00860	0.00305
95%置信界限	0.0180—0.00797	0.0113—0.00656	0.0372—0.00250
回归式 $y =$	$1.28 + 1.10x$	$1.98 + 2.13x$	$-4.64 + 3.42x$
X^2 (自由度)	1.26(3)	2.40(2)	0.712(2)
LD_{95} 微克/蚜	0.359	0.0507	0.00923
LD_{95} 的相对倍数	38.89*	5.48*	1

* 显著性差异

** 干雌的寄主为花椒,侨蚜的寄主为棉

图 1 E-1059 对延庆棉蚜各型的毒力回归线(图中 LC_{50} 及 LC_{95} 已化为原浓度)

北京棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性差异 以 LD_{50} 对比,上半年施药防治以前,棉蚜各型对 *E-1059* 表现有明显不同的抗药力:干母>无翅干雌>有翅干雌>无翅侨蚜>无翅侨蚜第4龄>有翅侨蚜>迁移蚜,从4月到5月,大致上随着型的变化,棉蚜的抗性有所下降(表2);亦即越冬寄主上的棉蚜各型大致上都比棉苗上侨蚜的抗性为高;各型间的

表2 北京棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性比较(1)

1964年4—5月

蚜型** 月/日 项 目	干 母 (4/27)	无翅干雌 (5/9)	有翅干雌 (5/7)	无翅侨蚜 (5/29)	无翅侨蚜 第4龄 (5/23)	有翅侨蚜 (5/29)	迁 移 蚜 (5/18)
LD ₅₀ 相对倍数	2.81*	1					
	3.51*	1.25	1				
	3.80*	1.36	1.01	1			
	5.06*	1.80*	1.44	1.33	1		
	17.80*	6.33*	5.09*	4.67*	3.51*	1	
	34.28*	12.20*	9.77*	9.00*	6.77*	1.92	1
LD ₅₀ 微克/蚜	0.0921	0.0328	0.0262	0.0242	0.0182	0.00518	0.00269
95% 置信界限	0.138— 0.0614	0.0499— 0.0216	0.0420— 0.0164	0.0361— 0.0163	0.0238— 0.0139	0.00772— 0.00348	0.00379— 0.00191
回归式 $y =$	$2.10 + 1.28x$	$2.74 + 1.25x$	$3.01 + 1.16x$	$-0.467 + 2.01x$	$-0.427 + 2.12x$	$-1.74 + 1.66x$	$-4.07 + 1.92x$
X^2 (自由度)	0.792(3)	1.19(3)	2.63(3)	1.71(2)	0.927(2)	3.98(3)	0.588(3)
LD ₉₅ 微克/蚜	1.87	0.679	0.690	0.160	0.0836	0.504	0.0193
LD ₉₅ 相对倍数	94.82*	35.18*	35.95*	8.29*	4.33*	2.61*	1

* 显著性差异

** 侨蚜的寄主为棉苗,其他蚜型的寄主为花椒;使用当年尚未施药防治的样品。

抗性差别大都达到生物统计学上的显著性差异水平。应当指出迁移蚜虽然出现较早、发生在越冬寄主上,但抗性却最低。干雌的有翅型与无翅型之间、有翅干雌与无翅侨蚜之间以及无翅侨蚜与其第4龄若蚜之间对 *E-1059* 的抗性虽有差别,但不显著。以 LD_{50} 对比,棉蚜各型间的抗性差异幅度增大,但各型抗性的次序仍然不变。干母与迁移蚜之间的抗性差异最大,以 LD_{50} 相比为 34.28:1,以 LD_{95} 相比为 94.82:1。棉蚜各型的 b 值变化不规律,但大致上可看出干母、无翅干雌与有翅干雌三个型的毒力回归线接近平行,斜度相近,其余各型的毒力回归线的斜度比较接近(图2)。

北京东郊的棉蚜经过6月1、10、27日连续使用50% *E-1059* 的1,500倍液防治三次以后,下半年棉蚜各型的抗性比上半年有大幅度增高。以 LD_{50} 对比,全年棉蚜型间的抗性差异扩大到195:1(表3)(6月29日的侨蚜与迁移蚜之间的差异);棉蚜各型间抗性差异仍然很明显:无翅侨蚜(6月29日)>有翅性母第4龄若蚜>无翅侨蚜(7月31日)>产卵雌蚜>有翅性母>无翅性母>雄蚜,差异大都达到生物统计学上的显著性差异水平,只有无翅侨蚜(7月31日)与产卵雌蚜之间、性母的有翅及无翅型以及雄蚜之间的抗性差

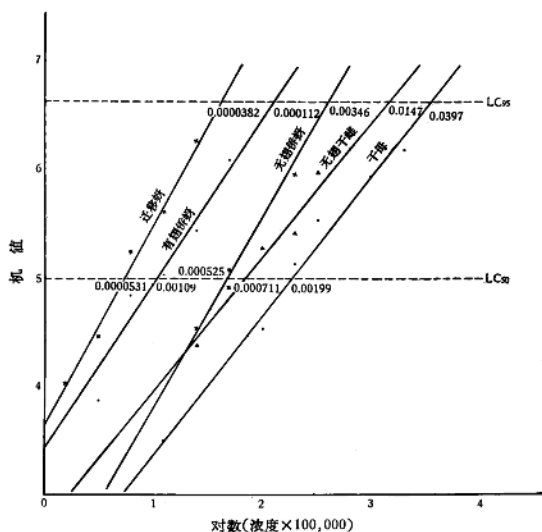


图 2

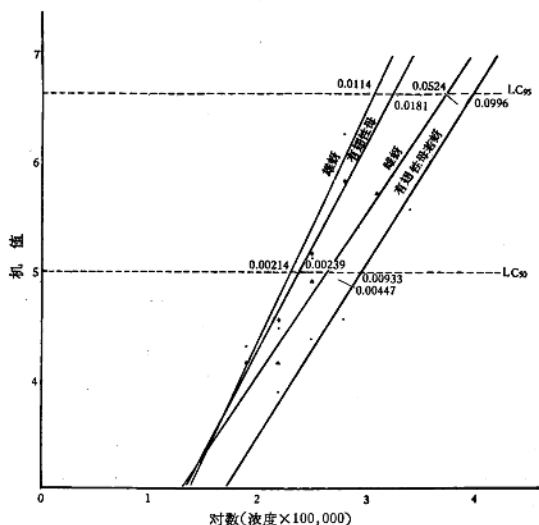


图 3

图 2, 3 *E-1059* 对北京棉蚜各型的毒力回归线(图中 LC_{50} 及 LC_{95} 已化为原浓度)

表 3 北京棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性比较(2)

1964 年 6—9 月

蚜型*** 月/日 项 目	无翅侨蚜 (6/29)	有翅性母 第 4 龄若蚜 (10/28)	无翅侨蚜 (7/31)	产卵雌蚜 (10/30)	有翅性母 (10/12)	无翅性母 (10/12)	雄 蚜 (10/28)
LD ₅₀ 相对倍数**	1.22	1					
	2.24*	1.84*	1				
	2.55*	2.09*	1.14	1			
	4.77*	3.92*	2.13*	1.87*	1		
	4.77*	3.92*	2.13*	1.87*	1	1	
	5.31*	4.36*	2.37*	2.08*	1.11	1.11	1
LD ₅₀ 微克/蚜	0.525	0.431	0.234	0.206	0.110	0.110	0.0989
95% 置信界限	0.611— 0.452	0.659— 0.282	0.331— 0.176	0.297— 0.143	0.150— 0.081	0.176— 0.0688	0.143— 0.0682
回归式 $y =$	$-6.53 + 3.77x$	$-1.35 + 1.60x$	$-4.88 + 2.09x$	$-0.616 + 1.54x$	$-3.18 + 1.87x$	$-0.476 + 1.25x$	$-2.27 + 2.2x$
χ^2 (自由度)	1.26(3)	1.41(2)	0.234(2)	0.681(2)	0.291(2)	0.729(3)	2.44(2)
LD ₅₀ 微克/蚜	3.49	4.60	1.43	2.42	0.837	1.81	0.528
LD ₅₀ 相对倍数	6.61*	8.71*	2.71*	4.58*	1.58	3.43*	1

* 差异显著。

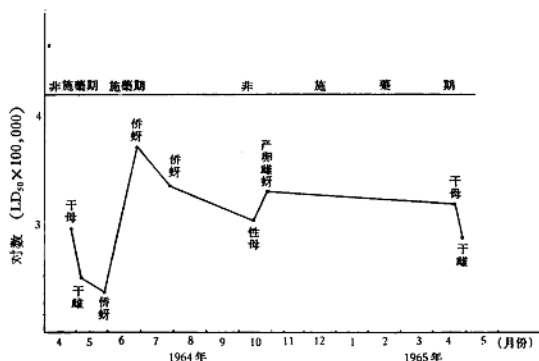
** 6 月间曾连续三次使用 50% *E-1059* 的 1,500 倍液防治。

*** 产卵雌蚜的寄主为花椒,其他棉蚜各型的寄主都是棉。

异远未达显著水平;有翅若蚜反而比其成蚜有较高的抗性,这可能与有翅若蚜体表有一层蜡粉有关。以 LD₅₀ 对比,棉蚜各型抗性强弱次序为:有翅性母第 4 龄若蚜 > 无翅侨蚜 (6 月 29 日) > 产卵雌蚜 > 无翅性母 > 无翅侨蚜 (7 月 31 日) > 有翅性母 > 雄蚜。但从棉蚜各型毒力回归线的斜度上看不出明显的规律 (图 3)。

北京无翅棉蚜对 *E-1059* 抗性的消长 棉蚜各型中都有无翅蚜发生,所以我们可以用北京棉蚜各型无翅蚜对比其对 *E-1059* 抗性的消长 (表 2, 3; 图 4)。从图 4 看出:在非施药期间,棉蚜对 *E-1059* 抗性消长的总趋势是下降。最明显的两个下降阶段是:1) 4 月下旬到 5 月下旬,从干母经干雌到侨蚜,一个月之间抗性下降 73.5%;2) 6 月底到 7 月底,停止使用 *E-1059* 后一个月之内,同是侨蚜型,抗性下降 55.4%。但从 7 月底至次年 4 月中旬,从侨蚜经过性母、产卵雌蚜到干母,8 个月之间,抗性只下降 33.3%。只有在使用 *E-1059* 的期间,棉蚜抗性才急剧上升,从 5 月下旬至 6 月下旬,经过连续三次使用 1,500 倍 *E-1059* 治蚜以后,在一个月之间侨蚜的抗性增高 21 倍之多。因此,棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性,以施用 *E-1059* 前的侨蚜最低,而以施用 *E-1059* 后的侨蚜最高。棉蚜抗性的逐年增高是通过施药期抗性急增和非施药期抗性衰退的两个阶段,波浪式增高的。以 LD₅₀ 对比,1965 年棉蚜干母的抗性为 1964 年的 1.67 倍,1965 年¹⁾干雌的抗性为 1964

1) 1965 年干母的 LD₅₀ 为 0.1536 微克/蚜,干雌的 LD₅₀ 为 0.0772 微克/蚜。

图4 北京无翅棉蚜对 *E-1059* 抗性的增长

年的2.35倍。

高密棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性差异 以 LD_{50} 对比,上半年施药防治以前,高抗性的高密棉蚜各型对 *E-1059* 也表现有明显不同的抗药力(表4):干母>无翅干雌>无翅侨蚜>迁移蚜>有翅侨蚜。与北京棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性差异趋势大体上一致。各型间抗性的差别大都是显著的,但无翅的各型之间的差别,除干母以外,差异未达统计学的显著水平,而有翅的各型间的差别也未达显著水平。值得指出,随着时间的前进,无翅侨蚜和有翅侨蚜的抗性有所降低,显示一旦停止使用 *E-1059* 以后,即使高抗性种群的抗性亦有逐步消减的可能。以 LD_{95} 对比,干母抗性最高,无翅侨蚜次之,迁移蚜再次之,有翅侨蚜最低;但由于无翅干雌的毒力回归线的斜度较大,所以 LD_{95} 反而比无翅侨蚜为低;无翅侨蚜和有翅侨蚜的抗性,随时间前进也表现有所降低,而其毒力回归线的坡度随时间前进有所增大,显示同质性有增高的趋势(图5)。

经过当年多次使用高浓度 *E-1059* 防治以后,下半年高密农场棉蚜各型抗性又有增高(表5)。但各型对 *E-1059* 仍有明显不同的抗药力,以 LD_{50} 对比,无翅性母>有翅性母>雄蚜>雌蚜,除性母的有翅与无翅型之间和性蚜的雌、雄之间差异未达显著水平外,其余各型间的抗性差异都达显著水平。以 LD_{95} 对比,各型间的抗性次序也有同样趋势,但型间差异显著程度有所不同(表6)。

从以上所测定的三地棉蚜各型抗性差异分析,尽管型间差距有大有小,但型间抗性的次序各地区大体上都是一致的:上半年,干母>干雌>侨蚜>迁移蚜;下半年,侨蚜>性母>性蚜。但其中延庆的型间抗性数据不全,尚需进一步研究;北京的产卵雌蚜是例外,同时有翅性母若蚜身被蜡粉,抗性较强,也是例外。

棉蚜的自然抗性、健壮耐性和抗性 棉蚜各型间对 *E-1059* 的抗性差异既包含有先天的自然抗性差异,又包含有经过多次使用药剂后所产生的次生的抗性差异。例如延庆地区棉田面积很小,从未用过有机磷制剂治蚜,但棉蚜各型对 *E-1059* 的敏感性也有显著差异(表1)。我们认为棉蚜各型的这种先天性的明显不同的耐药力,便是自然抗性。但型

表 4 高密棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性比较(1) 1964 年 4—6 月, 高密农场

蚜型 项 目	干母*** (4/14)	无翅干雌 (5/3)	无翅侨蚜 (5/27)	无雌侨蚜 (6/26)	迁 移 蚜 (5/15)	有翅侨蚜 (5/29)	有翅侨蚜 (6/26)
LD ₅₀ 相对倍数**	3.27*	1					
	3.68*	1.12	1				
	4.07*	1.25	1.11	1			
	4.47*	2.28*	2.03*	1.84	1		
	7.95*	2.43*	2.16*	1.95	1.06	1	
	10.11*	3.09*	2.75*	2.48	1.35	1.27	1
LD ₅₀ 微克/蚜	1.86	0.569	0.506	0.457	0.249	0.234	0.184
95% 置信界限	2.46— 1.40	0.648— 0.499	0.673— 0.380	0.539— 0.387	0.374— 0.166	0.323— 0.170	0.243— 0.139
回归式 $y =$	-2.34 + 2.06%	3.74 + 4.95%	-4.96 + 1.96%	-4.95 + 3.32%	3.68 + 1.65%	-3.31 + 1.76%	-4.72 + 2.11%
χ^2 (自由度)	3.35(2)	2.02(2)	0.705(3)	0.477(2)	0.855(2)	0.714(2)	2.71(2)
LD ₉₅ 微克/蚜	11.7	1.52	3.83	1.43	2.47	2.08	1.10
LD ₉₅ 相对倍数	10.64*	1.38	3.48*	1.30	2.25*	1.90*	1

* 显著性差异。

** 当年未曾施药防治的样品。5 月 15 日至 6 月 26 日测定的侨蚜和迁移蚜样品都曾在大田笼罩中饲养过一段时间。

*** 干母型样品采自高密城关, 寄主为木槿, 列此仅供参考。其余各型样品都采自高密农场, 侨蚜的寄主为棉, 其余为花椒。

表 5 高密棉蚜各型对 *E-1059* 的抗性比较 1964 年 10 月下旬, 高密农场

蚜 型*** 项 目	无 翅 性 母	有 翅 性 母	雄 蚜	雌 蚜
LD ₅₀ 相对倍数**	1.23	1		
	2.29*	1.86*	1	
	2.40*	1.95*	1.05	1
LD ₅₀ 微克/蚜	0.860	0.699	0.375	0.358
95% 置信界限	1.46—0.506	0.930—0.526	0.458—0.307	0.531—0.242
回归式 $y =$	-1.04 + 1.51%	-4.98 + 2.39%	-6.67 + 2.98%	-2.52 + 1.93%
χ^2 (自由度)	0(1)	2.34(1)	2.91(2)	0.906(2)
LD ₉₅ 微克/蚜	12.51	3.26	1.33	2.54
LD ₉₅ 相对倍数	9.41*	2.45*	1	1.91*

* 显著性差异。

** 当年 5—7 月间曾连续 5—7 次, 使用 500—1000 倍 *E-1059* 防治。

*** 棉蚜各型的寄主均为棉花。

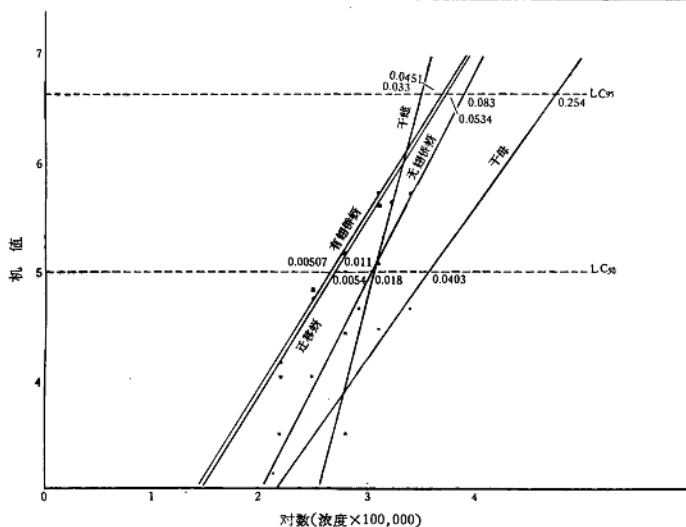


图 5

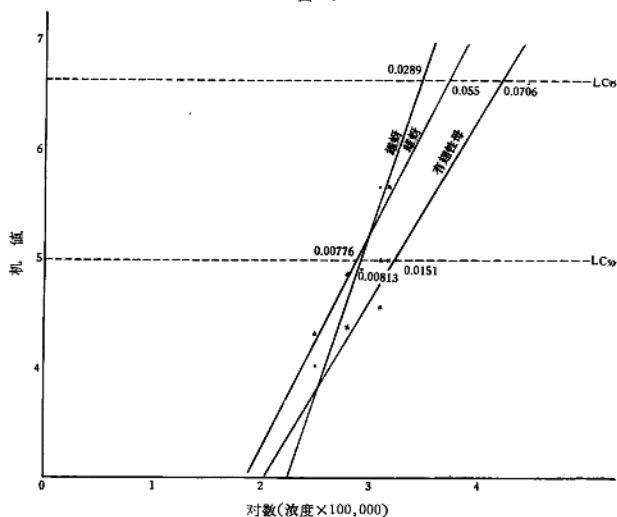


图 6

图 5, 6 *E-1059* 对高密棉蚜各型的毒力回归线(图中 LC_{50} 及 LC_{95} 已化为原浓度)

间的自然抗性差异较小, 干雌与有翅侨蚜的抗性差异仅为 3.82:1。北京东郊的棉蚜是对

表 6 有翅蚜与无翅蚜对 *E-1059* 抗性的差异

项 目 地 区	蚜 型	有翅或 无翅蚜	LD ₅₀ 微克/蚜	相对倍数	LD ₅₀ 微克/蚜	相对倍数	寄 主	测 试 月/日
北 京	干 雌	无翅	0.0328	1.25	0.679	1	花 椒	5/7
		有翅	0.0262	1	0.690	1.02		
	侨 蚜	无翅	0.0242	3.68*	0.160	3.17*	棉	5/29
		有翅	0.00518	1	0.0504	1		
	侨 蚜	无翅	0.520	1.08	1.43	1.16	棉	6/29
		有翅	0.484	1	1.23	1		
	小型侨蚜	无翅	0.0543	1	0.427	1	棉	7/29**
		有翅	0.0844	1.56	0.548	1.28		
	性 母	无翅	0.110	1	1.81	2.16*	棉	10/12
		有翅	0.110	1	0.837	1		
	性 蚜	无翅(雌)	0.206	2.08*	2.42	4.58*	花 椒	10/30
		有翅(雌)	0.0989	1	0.528	1	棉	10/28
高 密	侨 蚜	无翅	0.506	2.16*	3.83	1.84*	棉	5/27
		有翅	0.234	1	2.08	1		5/29
	侨 蚜	无翅	0.457	2.48*	1.43	1.30	棉	6/26
		有翅	0.184	1	1.10	1		
	性 母	无翅	0.860	1.23	12.51	3.84*	棉	10/23
		有翅	0.699	1	3.26	1		
	性 蚜	无翅(雌)	0.358	1	2.54	1.91	棉	10/30
		有翅(雌)	0.375	1.05	1.33	1		10/23

* 差异显著。

** 7月29日测定的样品,曾在大田蜜罐中饲养过一段时间。

E-1059 的低抗性种群,棉蚜各型间的抗性差异除包含着自然抗性差异外,还包含着多年使用 *E-1059* 后的次生抗性的世代变异。其差异比较大,同是干雌与有翅侨蚜的抗性差异便达 6.33:1 (表 2)。高密农场的棉蚜是高抗性种群,其抗性比较稳定,表现为世代间抗性变异较小,棉蚜各型的差异也较北京东郊为小,同样是干雌与有翅侨蚜的抗性差异仅为 2.43:1 (表 4)。

同型的棉蚜由于营养条件不同,对 *E-1059* 的敏感性也会产生差异,这是健壮耐性的差异。例如从田间采回的第 2 龄棉蚜干母,经过在室内使用木槎插枝(清水浸泡)饲养 22 天,达到成虫,其对 *E-1059* 的抗性便较弱,LD₅₀ 为 0.0278 微克/蚜;而直接从田间木槎枝条上采来的棉蚜干母成虫,营养条件较好,对 *E-1059* 的抗性便较强,LD₅₀ 为 0.121 微克/蚜,为前者的 4.35 倍。因此,在测定抗性工作中,对此必须十分注意。

有翅蚜与无翅蚜对 *E-1059* 抗性的差异 同一蚜型中,有翅蚜与无翅蚜对 *E-1059*

的抗药力也有明显的不同(表6)。无论以 LD_{50} 或以 LD_{95} 对比, 都显示在大多数情况下, 无翅蚜比有翅蚜有较高的抗性, 但有时有例外。有翅蚜与无翅蚜间的抗性差异有时达显著水平, 但也时常未达统计学的显著水平。

棉蚜各型对 E-1059 抗性不同地区间的差异 棉蚜抗性的地区间差异, 就所测定的地区而论, 使用任何蚜型作材料都可以测定出来, 而且所测得的抗性差别, 常可达统计学的显著水平, 所测得的抗性次序也常是一致的: 高密农场 > 高密城关 > 晋县 > 北京 >

表7 棉蚜各型不同地区间抗性的差异

项目 (日期)	寄主	地 区	LD_{50} 微克/蚜	LD_{95} 相对倍数	95%置信界限	回归式 $y =$	LD_{50} 微克/蚜	LD_{95} 相对倍数
干 母 (4 月)	木槿	高密城关	1.86	15.37*	2.46—1.40	$-2.34 + 2.06X$	11.7	23.49*
		晋 县	0.760	6.28*	1.05—0.551	$-2.31 + 1.75X$	6.62	13.29*
		北 京	0.121	1	0.206—0.714	$2.57 + 1.02X$	0.498	1
无翅干雌 (5月上旬)	花椒	高密农场	0.518	44.66*	0.679—0.396	$-5.28 + 2.56X$	2.27	63.2*
		高密城关	0.284	24.48*	0.395—0.204	$-5.45 + 2.20X$	1.59	44.28
		北 京	0.0320	2.83*	0.0499—0.0216	$2.74 + 1.25X$	0.679	18.91
		延 庆	0.0116	1	0.0180—0.00797	$1.28 + 1.10X$	0.0359	1
迁 移 蚜 (5月中旬)	花椒	高密农场	0.249	92.56*	0.374—0.166	$3.68 + 1.65X$	2.47	127.98*
	木槿	高密城关	0.0691	25.69*	0.103—0.0364	$0.955 + 1.29X$	1.30	67.36*
	花椒	北 京	0.00269	1	0.00379—0.00191	$-4.07 + 1.92X$	0.0193	1
无翅侨蚜 (5月下旬)	棉	高密农场	0.506	58.84*	0.673—0.380	$-4.96 + 1.96X$	3.83	75.54*
		北 京	0.0242	2.81*	0.0351—0.0162	$-4.67 + 2.01X$	0.160	3.16*
		延 庆	0.00860	1	0.0113—0.00656	$1.98 + 2.13X$	0.0507	1
有翅侨蚜 (5月下旬)	棉	高密农场	0.234	76.72*	0.0323—0.170	$-3.31 + 1.76X$	2.08	225.25*
		北 京	0.00518	1.70	0.00772—0.00348	$-1.74 + 1.66X$	0.0504	5.46*
		延 庆	0.00305	1	0.00372—0.00250	$-4.64 + 3.42X$	0.00923	1
无翅性母 (10月下旬)	棉	高密农场	0.860	7.82*	1.46—0.506	$-1.04 + 1.51X$	12.5	6.91*
		北 京	0.110	1	0.176—0.0688	$-0.476 + 1.25X$	1.81	1
有翅性母 (10月下旬)	花椒	高密农场	0.699	6.35*	0.930—0.526	$-4.98 + 2.39X$	3.26	3.89*
	棉	北 京	0.110	1	0.150—0.0810	$-3.18 + 1.87X$	0.837	1
产卵雌蚜 (10月下旬)	棉	高密农场	0.358	1.74	0.531—0.242	$-2.52 + 1.93X$	2.54	1.05
	花椒	北 京	0.206	1	0.297—0.143	$-0.616 + 1.54X$	2.42	1
雄 蚜 (10月下旬)	棉	高密农场	0.375	3.79*	0.458—0.307	$-6.67 + 2.98X$	1.33	2.52*
		北 京	0.0989	1	0.143—0.0682	$-2.27 + 2.20X$	0.528	1

* 显著差异。

** 5月下旬以前测定的各样品都是当年未经施药的; 10月下旬的样品都是当年经过施药的样品。

延庆。因此,在测定棉蚜抗性的地区间差异时,似乎随便采用任一蚜型作为测定材料都能得出接近正确的结果。但是所测得的地区间差距棉蚜各型各不相同(表7)。以 LD_{50} 对比,其差距的次序如下:迁移蚜>有翅侨蚜>无翅侨蚜>干雌>干母>无翅性母>有翅性母>雄蚜>产卵雌蚜;以 LD_{95} 对比,其差距次序为:有翅侨蚜>迁移蚜>无翅侨蚜>干雌>干母>无翅性母>雄蚜>有翅性母>产卵雌蚜。显示无论以 LD_{50} 或 LD_{95} 对比,其差距次序大同小异。表明迁移蚜和有翅侨蚜对药剂最敏感,其次是无翅侨蚜,因此用这些蚜型作测定材料,最能表现地区间抗性差异。

棉蚜各型对 E-1059 抗性不同寄主间的差异 棉蚜各型抗性的寄主间差别是存在的,但差别大都未达显著性差异水平(表8)。用 LD_{95} 对比常比用 LD_{50} 对比所得寄主间

表8 棉蚜各型不同寄主间抗性的差异

1964年,北京

项目 蚜 型	寄 主	测 试 月/日	LD_{50} 微克/蚜	相对倍数	LD_{95} 微克/蚜	相对倍数	b 值
干 母	木 槿	4/30	0.121	1.32	0.498	1	1.02
	花 椒	4/27	0.0921	1	1.83	3.67*	1.28
无翅干雌	花 椒	5/7	0.0328	1.01	0.796	1.47	1.25
	木 槿	5/7	0.0319	1	0.542	1	1.34
迁 移 蚜	木 槿	5/15	0.00506	1.88*	0.110	5.70*	1.24
	石 榴	5/23	0.00301	1.12	0.0288	1.49	1.68
	花 椒	5/18	0.00269	1	0.0193	1	1.92
无翅侨蚜	棉	5/29	0.0242	1.66	0.160	1.88*	2.01
	西葫芦	6/12	0.0149	1.40	0.0853	1.46	2.17
	木 槿	5/18	0.0107	1	0.0347	1	3.22
有翅侨蚜	棉	5/29	0.00518	1.15	0.0504	1	1.67
	西葫芦	6/12	0.00451	1	0.0652	1.29	1.42

* 显著性差异。

** 使用当年未施药防治的样品测定。

抗性的差距为大,但有时二者所得结果互相矛盾,这是因为棉蚜各型寄主间的毒力回归线斜度虽然大致相似,却非完全平行,而有交叉。因此,在测定对比不同种群棉蚜抗性时,最好采用同一寄主上的棉蚜为材料,但在取材有困难时,也可以勉强采用不同寄主上的同型棉蚜作为测定材料。

讨 论

1. 关于毒力回归线 b 值变化过程问题 Brown (1958) 及 Hopskins 等(1962)都主张毒力回归线的斜度在鉴定蚊虫抗性上有重要意义,即抗性越大的种群常显示更大的异质性,表现为 b 值越小。龚坤元等(1964)测定晋县农场、晋县王石碑庄和北京中关村三处棉蚜抗性时,也得出毒力回归线的斜度随抗性增加而变小的结论。但我们从延庆、北京东

郊、高密农场、高密城关及晋县等地区间 *E-1059* 对棉蚜各型的毒力回归线的斜度分析, 除去少数例外, 大致上是非抗性种群(延庆)的毒力回归线斜度较大, 表现种群内部抗性的同质性较强; 低抗性种群(北京东郊)的斜度较小, 表现种群内部有较大的异质性; 高抗性种群(高密农场、高密城关及晋县)的斜度又较大, 重新表现种群内部有较大的同质性(表 7)。与上述学者们的结论不一致。而与龚坤元(1964)所综述的昆虫种群经过多次使用单一药剂而产生抗性的 b 值变化过程相符合。我们的测定中曾有例外出现, 例如延庆的干雌、高密农场的无翅侨蚜及雄蚜以及三个地区的迁移蚜(表 7)。其所以产生例外, 原因可能有二: 1) 棉蚜各型地区间毒力回归线斜度原先就可能存在差异, 所以 b 值的基数可能不完全相同, 因而影响测定结果。2) 我们虽然十分注意取样的一致性, 尽可能取条件一致、年龄相近的样品, 但取样误差还有可能影响到个别种群内部抗性的同质性。

2. 关于棉蚜各型间的抗性是否有一常数关系 Smith (1958) 报导致乏库蚊的抗性种群与非抗性种群的成虫和幼虫间抗性差异有一致的趋向。Eliot (1959) 报导几种按蚊对 DDT 或 666 的抗性, 成虫和幼虫之间有一常数关系。吴能等(1964)研究致乏库蚊对 DDT 和 666 的抗性, 也发现类似现象。前面已谈及棉蚜各型间的抗性次序各地区大体上都是一致的, 但型间的抗性差异却不是一个常数。这是因为型间抗性差异包含有自然抗性和次生抗性两种差异, 而次生抗性却因地区防治历史而异。至于棉蚜各型的自然抗性差异是否为一常数关系, 我们认为这是可能的, 但还需要许多非抗性种群棉蚜各型的抗性测定数据来证明。

3. 关于棉蚜各型的抗性差异在抗性测定和防治工作上的应用 应该采用那一型型作棉蚜抗性测定材料呢? 前面已谈及迁移蚜、有翅侨蚜和无翅侨蚜对 *E-1059* 最敏感, 用以作为测定材料最能表现地区间的抗性差异。目前测定棉蚜抗性常采用无翅侨蚜的成虫(龚坤元等, 1964), 由于无翅侨蚜在田间容易采到, 行动比有翅蚜迟钝, 便于测定操作, 我们认为今后还可以继续采用无翅侨蚜成虫作为抗性测定材料。但无翅侨蚜成虫的年龄不易区别, 美中不足。我们曾测定无翅侨蚜第 4 龄若虫的抗性, 结果与无翅侨蚜成虫的抗性无显著差异(表 2), 它有无翅侨蚜成虫的优点, 而没有年龄不一致的缺点, 所以更适于作为测定材料。迁移蚜和有翅侨蚜比无翅侨蚜对药剂更为敏感, 用以作为抗性材料常可表现地区间最大可能的抗性差距。

棉蚜的主要为害期在上半年, 而上半年抗性最弱的型型是迁移蚜和侨蚜, 因此过去防治工作大多针对侨蚜进行是合理的。但是为了减轻棉蚜在棉田中发生为害, 很多地区也在越冬寄主上施药防治。这时由于干雌比干母的抗性为低, 所以我们建议在干雌世代进行防治。

4. 关于棉蚜对 *E-1059* 抗性的消长 可以假定, 棉蚜对 *E-1059* 的自然抗性的消长是春季抗性高, 夏季低, 秋季再升高, 即从干母经过干雌到侨蚜抗性逐渐下降, 从侨蚜经过性母到两性蚜抗性逐渐增高。

也可以假定, 棉蚜对 *E-1059* 的次生抗性消长, 主要是指施药后引起的抗性消长, 是经过一个多月的短期的施药季节后, 抗性猛增至最高峰, 然后经过十个月以上的较长期间的不施药季节, 抗性逐步有所下降。

可以假定, 抗性地区或低抗性地区棉蚜对 *E-1059* 抗性消长既受自然抗性消长的作

用,又受次生抗性消长的作用。

我们可以试用以上三个假定来解释北京无翅棉蚜对 *E-1059* 抗性的消长(图4)。4月下旬到5月下旬,从干母经干雌到侨蚜,这时不但自然抗性是下降趋势,而且次生抗性也是下降趋势(非施药期),因此抗性下降最急剧,一个月之间下降73.5%。5月下旬至6月下旬,同是侨蚜,自然抗性应该没有很大改变,但在短期间内(一个月)连续三次使用高浓度 *E-1059* 成为抗性增高的主导因素,抗性猛增至最高峰。6月底至7月底,虽然同是侨蚜,自然抗性不会有很大改变,然而由于停止使用 *E-1059* 以后次生抗性的下降趋势很猛烈,抗性下降55.4%。7月底到次年4月中旬,同样属于非施药期间,抗性应该继续急剧下降。然而从夏到秋、冬再到次年春季,由侨蚜到性母、两性蚜及干母,自然抗性有增高的趋势。两相抵消,表现为抗性缓慢下降。如此棉蚜的抗性逐年波浪式上升。

显然以上三个假定和解释还有待进一步的试验研究工作证实,这里提出来谨供同道商讨。

从前面所述延庆、北京东郊和高密农场使用药剂防治棉蚜的历史情况,以及三地棉蚜对 *E-1059* 的抗性差异来分析,初步可以看出使用 *E-1059* 年数越多、浓度越高和次数越多,越有助于棉蚜抗性增高。因而以彼此没有交互抗性的农药轮换使用、设法减少治蚜次数和降低施药浓度可能是避免抗性增长的重要途径。又由于在同一季节里连续多次使用 *E-1059*,抗性即可跳跃上升(表9,图4),所以在抗性地区或低抗性地区即使不能作到年度间 *E-1059* 与非交互抗性农药轮换使用,也应作到一个季节内的轮换使用。

既然低抗性地区棉蚜的抗性在非施药期间有下降趋势(表2、3,图4),既然高抗性地区棉蚜的抗性在保持不使用 *E-1059* 的情况下亦表现出同样趋势(表4),那么,如果停止使用 *E-1059* 相当时期后,抗性是否就有可能逐步消除甚至消失,值得进一步研究。

一年之中棉蚜抗性的波动很大,型间抗性既不相同,有时同型棉蚜(例如侨蚜)不同时期抗性也不相同。因此普查地区间棉蚜抗性时,除应选择统一的蚜型外,还应该选择统一的时间进行,我们认为最好在5月下旬棉田施药以前测定,可以表明施药前的抗性水平。但如果为了便于次年安排农药的参考,也可以在停止用药一个月以后进行。由于施药期间及施药后不久抗性波动较大,这时不宜立即测定地区种群间的抗性差异(表9)。

表9 施药前后北京无翅棉蚜对 *E-1059* 抗性的变异 1964年5—7月,北京

项 目 施药前后	测 定 月/日	LD ₅₀ 微克/蚜	相 对 倍 数	b 值
施 药 前	5/20	0.0178	1.03	1.55
	5/23	0.0172	1	1.59
	5/25	0.0242	1.41	1.38
	5/29	0.0242	1.41	2.01
施药3次后**	6/29	0.525	30.52*	3.77
	7/31	0.234	13.6*	2.09

* 差异显著。

** 6月间曾使用50% *E-1059* 的1500倍液防治3次。

5. 关于棉蚜抗性指数的初步估计方法问题 棉蚜抗性普查是一项比较细致而繁琐的工作,可否设计一个比较简单的、适合群众使用的初步估计方法呢?前面曾经谈到抗性高低与使用 E-1059 的年数、每年平均施药次数和使用的浓度有密切关系,我们企图把上述三个数字连乘起来,再乘上一个适当的数字把它变为一个整数,用以代表一个地区的相对抗性。我们把它叫做抗性估计指数。既抗性估计指数 = 使用 E-1059 的年数 $\times$ 每年平均施药次数 $\times$ 使用浓度 $\times 10^4$ 。还可以把已知实测抗性地区的抗性估计指数求出来,再求实测抗性 with 抗性估计指数之间的相关性。如果相关性很高,还可以求出回归式来: $y = a + bX$, 如此就可以从抗性估计指数求出 LD_{50} 来。我们试用抗性估计指数的算式计算北京东郊与高密农场 1964 年上半年棉蚜抗性估计指数,结果北京的抗性估计指数为 5.33,高密为 260.25,亦即二者的相对抗性为 1:48.8。而 5 月下旬实测两地棉蚜抗性的结果:无翅侨蚜为 1:28.5,有翅侨蚜为 1:45.2。因此,用抗性估计指数得出的相对抗性 with 实测结果有相同的趋势。但这一算式还需更多的试验数据证明,姑且提出,以供参考。

6. 关于防治棉蚜药剂的适宜浓度问题 龚坤元等(1965)在培养家蝇抗性中得知,使用高剂量 DDT 或 666 处理家蝇,可以比低剂量更快地促使家蝇产生较高的抗性。从高密农场和北京东郊棉蚜抗性的差异与施药历史情况的差异分析,如前面所述,两地开始使用 E-1059 的时间都是 1956 年,所不同的除每年施药次数以外,便是施药浓度。前者开始就使用 2,000 倍的浓度,早在 1962 年就开始提高为 1,500 倍,以后又逐步提高到 1,000 倍,后者 1962 年以前使用 4,000 倍,1963 年以后才加浓到 2,000 倍以上。因此,似乎也可说明使用高浓度农药治蚜足以促使棉蚜迅速产生抗性。

我们在测定棉蚜抗性的过程中,发现在一定的浓度范围内,棉蚜死亡率是随着浓度增高而加大的,但是当浓度增高超过这个范围以后,死亡率反而下降。因而使用过高浓度的药剂治蚜是否反而不利于提高杀虫率,是否反而促使害虫迅速产生抗性?值得研究解决,以期在生产中应用。

过去在开始使用 50% E-1059 治蚜时,10,000 倍的效果就很好,但持效期较短,因而推广使用 2,000 倍高浓度防治(齐兆生,1961)。现在从抗性形成速度考虑,使用适当的低浓度治蚜更有利于推迟棉蚜产生抗性。因此在今后推广新农药的使用浓度时除去考虑持效期、节约劳力等以外,似乎还应考虑害虫抗药性的形成问题。是否可以采用适当的低浓度来防治,值得研究。

7. 关于治蚜策略问题 为了防止抗性的迅速增长,还应在保证棉苗正常生长的前提下尽量设法减少治蚜次数。由于棉蚜能作近距离迁飞,如果在小面积零星防治,就难免棉蚜在棉田间互相迁飞,防治难以彻底,必然增加防治次数。因此防治棉蚜要讲策略,要有组织地进行防治,选定有利防治时期,在大面积棉田中一齐动手全面防治,短期内就突击彻底防治一遍。如此,短期内可将大面积棉田中的棉蚜彻底杀死,形成短期无蚜区,可以防止棉蚜在棉田间迁飞蔓延,也就可以延长两次施药间的间隔,减少施药次数。例如河南安阳在 1958 和 1959 年曾经应用这个治蚜策略,使当年的治蚜次数减少为 1—2 次。

参 考 文 献

吴 能、周黛宝 1964 致乏库蚊抗药性的研究。昆虫学报 13 (2): 172—6。