

编号: 0125

内 部

科学技术成果报告

广东几种主要粮仓甲虫对
磷化氢的抗性及其对策的研究

科学技术文献出版社

科学技术成果报告

广东几种主要粮仓甲虫对
磷化氢的抗性及其对策的研究

(内部发行)

编辑者: 中国科学技术情报研究所

出版者: 科学技术文献出版社

印刷者: 中国科学技术情报研究所印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经销

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{16}$ 1 印张 25千字

统一书号: 13176·44 定价: 0.15元

1979年4月出版 印数: 5,000册

目 录

引言.....	(1)
一、材料和方法.....	(2)
1. 敏感小种.....	(2)
2. 样品小种.....	(2)
3. 饲养和测定时间.....	(2)
4. 磷化氢的发生和浓度控制.....	(3)
5. 熏蒸瓶和施药方法.....	(4)
6. 毒力测定用浓度.....	(4)
7. 测定条件和过程.....	(4)
8. 抗性的表示.....	(5)
二、抗性抽测结果.....	(5)
1. 米象.....	(5)
2. 玉米象.....	(7)
3. 赤拟谷盗.....	(7)
4. 锯谷盗.....	(10)
三、熏蒸对策的初步研究.....	(10)
1. 抗磷化氢米象对氯化苦的交互抗性.....	(10)
2. 大气成份浓度改变对磷化氢的增效作用.....	(11)
3. 抗性小种形成原因的调查.....	(13)
四、结论.....	(13)
五、讨论.....	(14)
六、结束语.....	(14)
参考文献.....	(15)

广东几种主要粮仓甲虫对 磷化氢的抗性及其对策的研究

广东省粮食局科学研究所 梁 权 华德坚

引 言

贮粮害虫对熏蒸杀虫剂的抗性,虽然早在1939年就已经有人在实验室以氰氢酸筛选赤拟谷盗(*Tribolium castaneum* Jacquelin)而证实,但由于当时在防治实践中使用范围小,并没有因此而推动较多的研究。以后随着熏蒸剂的继续发展和应用,从事该项研究的人才逐步增多。直到六十年代开始以后,有关的研究报导才显著增加。Monro(1963)以溴甲烷在实验筛选谷象(*Sitophilus granaius* Linnaeus)27个世代,结果对磷化氢的抗性提高了19倍。到1966年,有关报告先后证明,常见贮粮甲虫对熏蒸剂如溴甲烷、氰氢酸、丙烯腈、环氧乙烷、氯化苦、磷化氢、二溴乙烯和二硫化碳等熏蒸剂,都能在不同程度上提高忍受力。不过,这些结果基本上都是通过室内研究而取得的。由此有人(Monro, 1964)对于贮粮害虫对熏蒸剂的抗性发展,持乐观态度。然而,由于使用熏蒸杀虫剂具有高效、迅速、方便和一般都属于广谱性杀虫剂的优点,六十年代后在生产和应用上,发展迅速。在许多国家很快成为主要的防治手段。在应用范围广,施用次数多的情况下,由于抗性知识没有普及和在应用上缺乏预见性的措施,结果出现了日益增多的现场应用失效的实例。经过对现场采集标本的测定,确证是由于害虫抗药性的增加之后,才日益广泛地认识到,害虫对熏蒸剂的抗药性问题,无论是对近期和长远,都是严重的威胁。有关的抗性机制、遗传特性和现场调查研究因而日益活跃。联合国粮农组织于1972—1973年作了全球性考察。对采自全球各地的799个样品的测定结果证明,常见贮粮害虫对林丹、马拉硫磷具有抗性,已属普遍特征。其中对磷化氢有抗性的,按国家计占41%,按小种计占10%。着重指出了对熏蒸剂产生抗性的严重性。

我国自1960年以后,使用熏蒸剂防治贮粮害虫,发展也很迅速。随着磷化氢的剂型和发生方法的多样化,在很多地区,逐步上升为主要的熏蒸剂,并呈逐步取代其他品种的趋势。实践证明,磷化氢确属具有最高应用价值的药剂。然而,在处于我国最南部的广东,在粮仓害虫几乎全年都具有繁殖为害的条件下,不仅应用范围广,而且熏蒸次数多。由七十年代开始,我们就开始注意国内外的抗性发展趋势和有关动向。省内来自防治实践的磷化氢应用效果下降的日益增多的反应,使我们觉察到,在全世界熏蒸剂品种和剂型发展非缓慢的情况下,一旦由于抗性问题的影响磷化氢的继续使用,必将给防治工作造成非常被动的局面。因此,于1975年开始,做了一些工作。本报告的内容是1976年7月以前的结果。

一、材 料 和 方 法

1. 敏感小种

由本省海南岛采集。其中米象 (*Sitophilus oryzae* Linnaeus)、赤拟谷盗和锯谷盗 (*Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus) 系在大田和仓内从未使用过化学药剂的茅草仓采集, 经在室内纯化饲养三、四代后作敏感度测定。结果与联合国粮农组织所用敏感种的反应基本一致。可见表 1。

表 1 敏感小种对磷化氢的敏感度 (28℃, 20小时)

种 名	本 课 题					粮 农 组 织	
	虫 号	来 源	LC ₅₀ (毫克/升)	LC _{99.9} (毫克/升)	回归式斜率 (b)	LC ₅₀ (毫克/升)	LC _{99.9} (毫克/升)
米 象	LS30	琼中县什运公社南笼大队南笼二队	0.010	0.038	5.53	0.011	0.039
玉 米 象	LF32	海口市秀英港粮食转运站	0.007	0.014	9.48	0.007	0.013
赤拟谷盗	LF22	陵水县椰林公社桃万大队十六生产队	0.010	0.019	11.72	0.009	0.028
锯 谷 盗	LF23c	陵水县椰林公社桃万大队粮食收购站	0.005	0.016	4.23	—	—

2. 样品小种

由本省各地区重点市、县的国家粮库采集。少数采自生产队仓库。取样对象着重于使用磷化氢次数多和效果经常不大好的库房。米象共 29 个小种, 玉米象 (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) 10 个小种, 赤拟谷盗 28 个小种, 锯谷盗 6 个小种, 总共 73 个小种。

3. 饲养和测定时间

样品一般都在室内饲养二至三个世代后再作测定。饲养条件和发育时间见表 2。

表 2 供试虫种的饲养温度、饲料和发育时间

虫 种	饲养温度 ℃	饲 料	发育时间 (天)		
			开始羽化	羽化高峰	移出后代
米象、玉米象	28	小 麦	35	36—43	63
赤 拟 谷 盗	30	全麦粉 + 酵母粉 (12:1)	23	26—30	42
锯 谷 盗	28	全麦粉 + 燕麦片 + 酵母粉 (5:5:1)	26	28—32	42

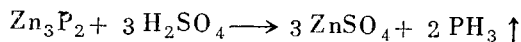
抗性测定时间为自羽化高峰期至移出后代期之间。测定米象或玉米象时力求日龄一致。赤拟谷盗和锯谷盗成虫寿命长, 个体差异小, 而且自然死亡率低, 在上述时间范围内, 均可测定。

本报告所示结果,都是以成虫测定的数据。

4. 磷化氢的发生和浓度控制

采用我们自行研究设计的磷化锌酸式发生封闭法收集磷化氢。所使用的磷化锌纯度75.21%,硫酸浓度10—12%(W/V)。发生装置如图1。

使用图1所示的装置,在发生磷化氢之前,通过对高真空三通玻璃活塞的调节和水准瓶的升降,排出玻璃漏斗和集气管中的空气,不留气泡。然后转动三通活塞,使漏斗与集气管相通。取磷化锌1克左右(约数),用普通滤纸包好压平,并以细线捆扎。发生磷化氢时,以坩锅钳夹持药包,先在漏斗外酸液内摆动数次,以排尽纸包内之空气。然后稍提高玻璃漏斗(不能高于酸液面,以免空气进入),将磷化锌投入玻璃漏斗中。磷化锌则按照下述反应而缓慢地发生磷化氢,并被收集在集气管中。



当所收集气体达到70—80毫升时,可进行磷化氢稀释操作。操作前先转动三通活塞,使其各路都不相通。

磷化氢稀释瓶为5,000毫升棕色试剂瓶,瓶口装置如图2所示。其玻璃活塞之上端接以5—6厘米长优质胶管。玻璃弯管外端装以长12厘米左右之输血胶管,端部以止水夹封闭。稀释瓶需经以蒸馏水准确测量橡胶塞以下的实际容积(贴好标签,供作长期使用)。为防止胶塞多孔性而吸附磷化氢,使用前需以火棉胶涂布。

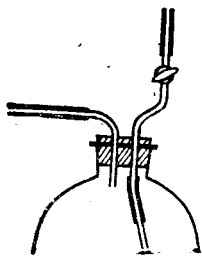


图2 磷化氢稀释瓶瓶口装置

稀释磷化氢时,先将稀释瓶通过玻璃活塞减压,至输血胶管开始被抽扁为止。然后以装有6号注射针头的20毫升气密注射器,由发生装置的三通活塞与集气管相联接的优质胶管中部,呈45度角由上向下刺入,抽取磷化氢20毫升,同时提高水准瓶,当水准瓶和集气管内之酸液在同一水平稳定后,拔出注射器,然后将气体排至远离实验室的空旷场所。

在完成此注射器的洗涤工作后,仍按上述方法,按照已计划好的稀释倍数(一般稀释200倍),准确抽取校正后所需体积(如稀释瓶体积的1/200),刺入稀释瓶之输血胶管,注入到稀释瓶中。经注射器刺穿之小洞,均以透明胶纸贴封。然后轻轻拧开稀释瓶口之玻璃活塞,慢慢放入清洁大气,至与大气压力平衡为止(可在玻璃弯管末端接上水银减压计,以保证判别准确)。稀释即告完成。

由于上述操作系在室温下进行和磷化氢是在被水蒸汽饱和的液面收集的,稀释时应向稀释瓶注入的体积,应按Clapeyron方程式予以校正:

$$V_t = \frac{P_0 V_0 T}{273(P - P_{\text{水}})}$$

式中: P_0 标准状况下的大气压力(760毫米汞柱)。

V_0 在标准状况下的气体体积。

P 实验时大气压力(毫米汞柱)。

$P_{\text{水}}$ 在实验温度下饱和水蒸汽的压力(毫米汞柱)。

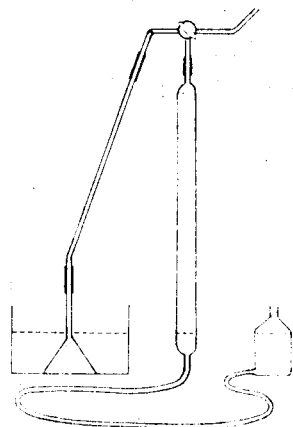


图1 磷化氢发生装置(磷化锌酸式法)

V: 实验条件下的气体体积。

按照上述方法发生的磷化氢稀释后,以钼蓝分光光度法测定,在2--4小时内的实际浓度相当于理论值的97.74% (97.28, 97.40, 98.55%)。

5. 熏蒸瓶和施药方法

采用以蒸馏水准确测量了容积的2500毫升试剂瓶作为熏蒸瓶。以已均匀涂布火棉胶的胶塞作盖。胶塞装以弯形玻管,并接以长10厘米左右的输血胶管,末端接一玻璃活塞。胶塞下装钩形大头针一个,作悬挂虫笼用。虫笼为 18×60 毫米之玻管,两头以筛绢扎封。熏蒸瓶装置如图3。

施药前,在稀释瓶口玻璃活塞上端以优质胶管装一根盛经磷化氢饱和的盐水的滴定管。并将已挂好虫笼的熏蒸瓶稍作减压。施药时以气密注射器刺入稀释瓶之输血胶管,按需要抽取定量气体,并以相等体积的饱和盐水(二人同时操作)补充入稀释瓶。由注射器抽出之定量气体,立即经刺入输血胶管施入熏蒸瓶,并以透明胶纸贴封针眼。然后慢慢拧开活塞,放入清洁大气,至与大气压力平衡为止。

6. 毒力测定用浓度

测定敏感小种所用浓度,经多次试测,范围如图4。

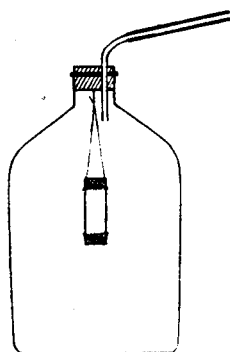


图3 熏蒸瓶装置

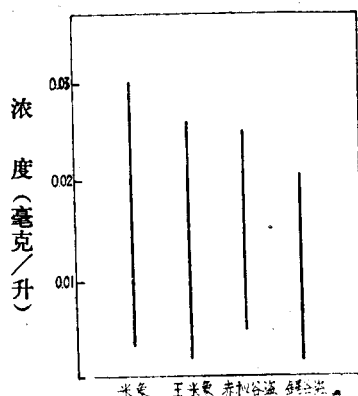


图4 以磷化氢测定敏感小种敏感
度所使用的浓度范围

对于作抗性测定的小种,首先以区分浓度作抗性鉴别。由于本试验除了要查明抗性小种外,还带有调查敏感度有无降低的目的。因而所使用的区分浓度较低。采用了大体上以二倍敏感种的 LC_{50} 。米象和玉米象为0.016毫克/升。赤拟谷盗0.020毫克/升。锯谷盗因样品较少,全部作毒力测定。样品经以区分浓度处理后,若死亡率低于50%,则认为有抗性增强的征兆,再作毒力测定。

对于有抗性增强征兆的小种的毒力测定范围,需经一两次预测始能确定。一般用7—9个浓度,浓度倍差 $\sqrt{1.2} \sim \sqrt{2}$ 。

7. 测定条件和过程

无论是抗药性区分或毒力测定,供试害虫都事先在熏蒸瓶内习惯24小时左右。每个浓度至少做双试验,每处理用虫50头。对照全部重复四次。施药后于 $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 保持20小时。20小时后,将被处理害虫取出,转入装有与饲养时相同饲料的小饲养瓶中,保持与饲养期间相同之温度,两星期后检查死亡率,并予校正。

8. 抗性的表示

以惯用的抗性比例表示，即：

$$\text{抗性比} = \frac{\text{抗性小种的 } LC_{50}}{\text{敏感小种的 } LC_{50}}$$

二、抗性抽测结果

1. 米象

由全省各地区的17个市、县共采集了27个小种。其中包括采自国家粮库、生产队粮库、粮食加工厂和门市部的群体。抗性区分和毒力测定的结果见表3、4。

表3 以磷化氢区分浓度(0.016毫克/升)处理米象12个小种的结果(28℃, 20小时)

虫号	来 源	饲养代数	结果(校正死亡率)				区 分
			1	2	3	平均	
S 2	韶关市面粉厂	2	41	48		44	抗药性增强
S 3	韶关市第五粮库	2	34	35	12	27	抗药性增强
S 6	信宜县怀乡粮所	2	100	100	100	100	敏 感
S 8	陵水县陵城粮所	2	100	100	100	100	敏 感
S 9	陵水县陵城粮所	2	100	100	100	100	敏 感
S17	开平县长沙粮食加工厂	2	19	9	31	20	抗药性增强
S18	开平县长沙面粉厂	3	80	73		76	偏于敏感
S20	汕头市西堤二仓	2	58	44	72	58	偏于敏感
S21	开平县赤坎粮所	1	51	40	48	46	抗药性增强
S26	韶关市第五粮库一仓	1	0	18	15	11	抗药性增强
S27	中山县小榄粮所	1	14	23	30	22	抗药性增强
F24	陵水县椰林公社桃万大队17生产队仓库	4	84	77		80	偏于敏感

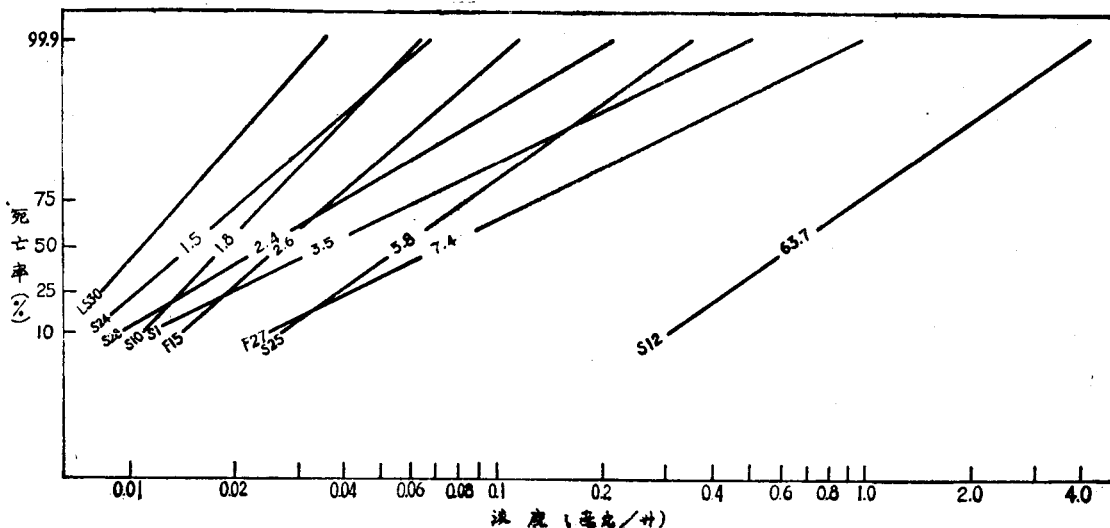


图5 磷化氢对米象8个代表性小种的浓度死亡率回归线和抗性比例

表4 米象14个小种对磷化氢的敏感度和抗药性

号虫	来 源	采集 日期	饲养 代数	LC ₅₀ (毫克/升) 及 95% 之 置 信 界 限	LC _{99.9} (毫克/升)	回归 式斜 率	LC ₅₀ 之抗性 比 例	LC _{99.9} 之抗性 比 例
LS30	琼中县什运公社南 笼大队南笼二队	76.1	2	0.0106 (0.0100~0.0111)	0.0383	5.53	敏 感	小 种
F27	陵水县陵城粮所	75.6	3	0.0737 (0.0677~0.0802)	1.074	2.66	7.4	28.3
S25	高州县新垌粮所云 芦仓库	75.12	1	0.0577 (0.0539~0.0618)	0.376	3.80	5.8	9.6
S13	吴川县梅菪粮所	75.10	2	0.0169 (0.0166~0.0179)	0.0728	4.87	1.6	1.9
S28	徐闻县附城粮所	75.12	1	0.0241 (0.0236~0.0247)	0.225	3.08	2.4	5.9
S1	南海县平洲粮所一 仓	75.9	2	0.0353 (0.0352~0.0354)	0.547	2.96	3.5	14.4
S10	南海县平洲粮所四 仓	75.9	2	0.0196 (0.0175~0.0208)	0.446	2.27	2.0	11.8
S23	佛山市北仓第一仓 房	75.12	1	0.0248 (0.0233~0.0264)	0.131	4.27	2.5	3.4
S24	高鹤县宅梧粮所门 市部	75.12	1	0.0176 (0.01764~0.01768)	0.0319	4.46	1.5	1.9
S18	开平县长沙面粉厂	75.11	2	0.0195 (0.0184~0.0208)	0.109	4.14	2.0	2.9
S11	惠州市黄家塘粮库	75.10	1	0.0134 (0.01303~0.01370)	0.0262	10.56	1.3	—
F15	广州市江村粮库十 仓	75.6	3	0.0262 (0.0260~0.0263)	0.123	4.59	2.6	3.2
S10	汕头市西港粮库七 仓	75.10	2	0.0180 (0.01787~0.01804)	0.070	5.20	1.8	1.8
S12	梅县程江粮所一仓	75.10	2	0.6371 (0.5912~0.6866)	4.247	3.74	63.7	111.8

由表 3、4 看出, 在 27 个小种中, 抗药性显著增强和已经成为抗性小种的共 17 个, 占 63%。对抗性显著增强的 13 个小种, 经毒力测定, 抗性比 1.8—3 的 9 个, 占 33%。抗性比 3—5 的一个, 占 3.7%。抗性比 5—10 的 2 个, 占 7.4%。抗性比 10 以上的一个, 占 3.7%。抗性特强的一个小种 (S12), 抗性比高达 63.7。这样强的抗性小种, 到本报告发表时, 尚未见在国内外文献中报导过。为了予以确证, 对该小种作了三次毒力测定。

表 3、4 还表明, 米象对磷化氢具有抗性的小种, 其分布遍及全省。

图 5 所示 8 个具有代表性小种的浓度死亡率回归线, 除个别小种 (S11) 外, 斜率都小于敏感种。证明了现场种群不断的遗传分离和其他种群的不断混入。

2. 玉米象

对采自广州市和其他三个地区共五个市、县的 6 个小种, 经抗性区分结果如表 5。

表 5 以磷化氢区分浓度 (0.016 毫克/升) 处理玉米象 6 个小种的结果
(28℃, 20 小时)

虫 号	来 源	饲 养 代 数	处理结果 (校正死亡率)				区 分
			1	2	8	平均	
F 9	高要县金渡粮所	2	76	74		75	偏于敏感
F 16	广州市东区仓库	3	100	100	100	100	敏 感
S 4	信宜县金垌粮所	2	100	100	100	100	敏 感
S 5	信宜县附城粮所	2	100	100	100	100	敏 感
S 7	陵水县陵城粮所	2	100	100	100	100	敏 感
S 14	新兴县集城粮所	2	100	100	100	100	敏 感

为防止因测定方法和条件可能出现的谬误, 选择了其中偏于敏感的 F 9, 与四川粮科所提供的敏感种和抗林丹小种, 作了毒力测定比较。结果如表 6。

表 6 三个玉米象小种对磷化氢敏感度的比较

虫 号	来 源	饲 养 代 数	LC ₅₀ (毫克/升)	LC _{99.9} (毫克/升)
F 9	高要县金渡粮所	4	0.0086	0.0451
L 1	四川粮科所敏感小种	7	0.0067	0.0188
F 8	四川粮科所抗林丹小种	7	0.0081	0.0396

表 6 证明了在表 5 中所列的 6 个小种, 其敏感度基本上与四川粮科所的敏感种一致。可以认为, 表 6 所列各个小种的抗性, 都没有显著增强的趋势。也初步看出, 与米象比较, 虽然两个种亲缘很近, 但对磷化氢的生理反应是不同的。由于本试验采集玉米象小种较少, 还不能作出广东不存在抗性小种的结论。

3. 赤拟谷盗

对采自广州市和全省各地 15 个市、县的 28 个小种, 经过抗性区分和毒力测定 (表 7、8) 表明, 对磷化氢的抗药性, 尚未普遍增强。只有三个小种, 混有少数敏感度较低的个体。其

剂量死亡率回归线见图 6。LC₅₀的抗性比都是1.4；但回归线交叉而不平行，反应了群体中敏感度不同个体所占比重的差异和遗传的不稳定性。

表 7 以磷化氢区分浓度 (0.020毫克/升) 于28℃, 20小时、
处理赤拟谷盗15个小种的结果

虫 号	来 源	饲 养 代 数	处理结果 (校正死亡率)					区 分
			1	2	3	4	平均	
F16b	广州市东区仓库	4	100	100	100	100	100	敏 感
F18	陵水县新村粮所第三仓房	4	100	100	100	100	100	敏 感
F21	陵水县新村粮所	3	100	100	100	100	100	敏 感
T20	惠阳县新圩粮所	2	100	100	100	100	100	敏 感
T21	陵水县陵城粮所第五仓房	2	100	100	100	100	100	敏 感
T22	陵水县陵城粮所第三仓房	2	100	100	100	100	100	敏 感
T24	开平县赤坎粮所	1	100	100	100	100	100	敏 感
T25	信宜县附城粮所	1	100	100	100	100	100	敏 感
T28	高州县粮食局	1	100	100	100	100	100	敏 感
T29	惠阳县沥林粮所埔子站二仓	1	100	100	100	100	100	敏 感
T30	海口市07仓库一仓	1	100	100	100	100	100	敏 感
T31*	中山县小榄粮所	2	92	100	92	92	94	敏 感
T32*	中山县怀城粮所	2	99	100	100	100	100	敏 感
T33*	徐闻县下洋粮所	2	96	96	96	96	96	敏 感
T15*	广州市东区仓库	2	98	98	88	91	94	敏 感

*区分浓度为0.018为毫克/升。

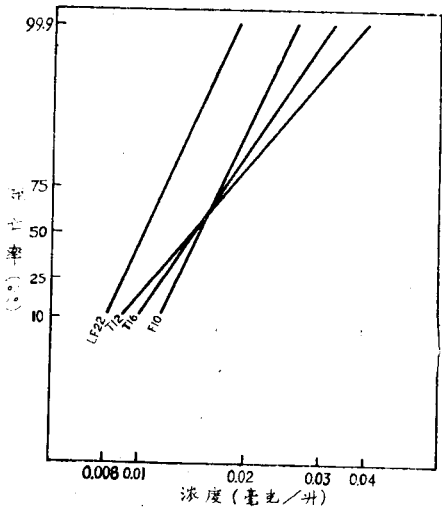


图 6 三个对磷化氢敏感度降低了的赤拟谷盗小种的浓度死亡率回归线

表 8 赤拟谷盗十三个小种对磷化氢的敏感度 (28℃, 20小时)

虫 号	来 源	采 集 日 期	饲 养 代 数	LC ₅₀ (毫克/升) 及95%之置信界限	LC _{99.9} (毫克/升)	回归式 斜 率
F 22	陵水县椰林公社桃万大队16生产队	75.6	3	0.0105 (0.0103~0.0108)	0.0194	11.72
F 25	陵水县椰林公社桃万大队收购点	75.6	3	0.0108 (0.0107~0.0109)	0.0254	8.33
F 10	高要县金渡粮所	75.6	3	0.0144 (0.0141~0.0148)	0.0282	10.60
F 31	琼中县营根公社高田大队南边生产队仓库	75.6	8	0.0105 (0.0102~0.0108)	0.0215	9.92
T 10	汕头市西港粮库13号仓	75.10	2	0.0091 (0.0084~0.0099)	0.0245	6.02
T 12	英德县附城粮所	75.11	1	0.0141 (0.0140~0.0142)	0.039	7.03
T 13	本所1965年储藏大米中	75.11	1	0.0128 (0.0125~0.0132)	0.027	9.61
T 16	广州市东区粮库二级大米中	75.11	1	0.0142 (0.0137~0.0146)	0.032	8.82
T 17	广州市西区粮库第4仓房	75.11	1	0.0120 (0.0116~0.0123)	0.0246	9.86
T 19	广州市东区粮库露天堆	75.11	采回即测	0.0116 (0.0113~0.0119)	0.0255	10.06
T 20b	英德县太平粮所	75.11	1	0.0117 (0.0114~0.0120)	0.0208	12.36
T 26	佛山市北仓第六仓房	75.12	1	0.0100 (0.0097~0.0103)	0.0210	9.54
T 27	高鹤县宅梧粮所门市部	75.12	1	0.0103 (0.0099~0.0108)	0.0297	6.74

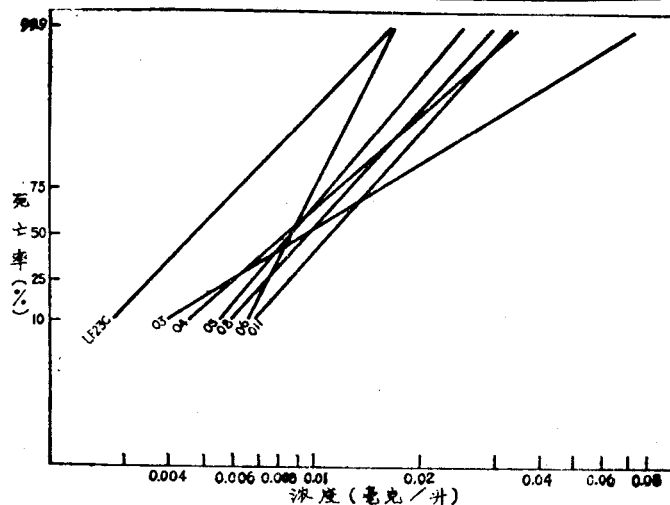


图 7 6 个对磷化氢敏感度降低了的锯谷盗小种浓度死亡率回归线

4. 锯谷盗

共测定了广州市和各地区的6个小种。结果见表9，剂量死亡率回归线如图7。

可以看出，以敏感种(LF23C)的 LC_{50} 为敏感度基数，各小种都具有不同程度的抗性，抗性比1.8~2.5。剂量死亡率回归线的斜率很不一致，说明各种群内部不同敏感度个体所占比重差异。群体敏感度尚处在变化中。

表9 锯谷盗对磷化氢的敏感度和抗性比例(28℃, 20小时)

虫号	来源	采集日期	饲养繁殖日数	LC_{50} (毫克/升) 及95%之置信界限	$LC_{99.9}$ (毫克/升)	回归式斜率	LC_{50} 之抗性比例	$LC_{99.9}$ 之抗性比例
F23C	陵水县椰林公社桃 万大队收购点 (敏感小种)	75.10	150	0.0046 (0.0042~0.0050)	0.0162	4.23	—	—
03	梅县梅城粮所	75.10	114	0.0068 (0.0064~0.0072)	0.0318	4.62	1.5	2.0
04	新兴县集成粮所	75.10	148	0.0082 (0.0078~0.0087)	0.0326	5.17	1.8	2.0
05	广州市东区粮库一仓	75.11	90	0.0084 (0.0080~0.0088)	0.0253	6.36	1.8	1.6
06	广州市东区粮库露天 堆	75.11	116	0.0085 (0.0083~0.0086)	0.0159	10.96	1.8	1.0
08	陵水县陵城粮所二仓	75.11	83	0.0093 (0.0088~0.0098)	0.0293	6.21	1.8	1.8
011	徐闻县附城粮所	75.12	51	0.0106 (0.0100~0.0111)	0.0313	6.46	2.3	2.0

三、熏蒸对策的初步研究

针对我省几种主要粮仓甲虫对磷化氢的抗性较普遍地增强并已经出现值得重视的抗性小种的状况，为在熏蒸技术上确保处理效果，尽可能地抑制抗性的普遍增强，以及提出扑灭抗性小种的有效措施，结合现有的其他熏蒸剂和有关的贮粮新方法，在近期的对策上作了初步研究。

1. 抗磷化氢米象对氯化苦的交互抗性

由已经查出的抗磷化氢米象中选出五个代表性小种测定。其中S12在抗性抽测后在实验室不接触任何药剂条件下，饲养了四代，对磷化氢的抗性比例由63.7降至43.9。F27由7.3降至2.7。各代表性小种对氯化苦交互抗性的测定方法与对磷化氢的抗性测定同。结果可见表10。

表10证明，抗磷化氢米象小种对氯化苦都有交互抗性，并显示出下述现象：

各小种对氯化苦交互抗性的相关性不一致；对磷化氢抗性强的，并未表现对氯化苦的强抗性。一般对氯化苦的交互抗性都低于对磷化氢的抗性。交互抗性的死亡曲线的斜率也很不一致。

表10 抗磷化氢米象对氯化苦的交互抗性

虫 号	来 源	对磷化氢的 抗性比例	氯 化 苦		对氯化苦的 交互抗性
			LC ₅₀ (毫克/升)	LC _{99.9} (毫克/升)	
L S30	琼中县什运公社	(敏感小种)	1.334	7.127	—
S12	梅县程江粮所	43.9	2.892	9.993	2.1
S25	高州县新垌粮所	5.7	2.634	14.56	2.0
F27	陵水县陵城粮所	2.9	3.612	22.93	2.7
S28	徐闻县附城粮所	2.4	1.914	25.62	1.4
S23	佛山市北仓	2.5	2.009	15.70	1.5

由此可见,由于米象小种抗磷化氢的类型不同,对氯化苦的交互抗性也存在差异。尽管如此,却已经可以看出,目前以磷化氢已经难以彻底除治的米象,虽然都在不同程度上对氯化苦有交互抗性,但其抗性比例都较明显地低于磷化氢。因此,以氯化苦除治抗磷化氢米象,相对地要比使用磷化氢容易。

2. 大气成份浓度改变对磷化氢的增效作用

鉴于目前国内能够广泛应用的熏蒸杀虫剂品种甚少的状况,为在熏蒸技术上对抗性的不断增长提出有效对策,还必需努力发挥磷化氢的毒效。卡西等(Kashi, 1975)已经报导,二氧化碳在大气中含量达到4%时,可使谷象和杂拟谷盗(*Tribolium confusum* Jacquelin)的氧的吸入量增加20%;低浓度的二氧化碳能够提高磷化氢对谷象的药效。从目前国内正在探讨的利用粮食自身、微生物和昆虫的呼吸改变贮粮气体环境的贮粮方法、熏蒸密封的方法和物质条件看来,在熏蒸杀虫前,在不增加人力和设施的情况下,适当提高粮堆内的大气二氧化碳和降低氧的浓度,是不难办到的。采取这种办法提高磷化氢的药效,确保各次熏蒸杀虫的全歼效果和扑灭已经出现的抗性小种,仍然是可能的。为此,以本省抗性增长最速最普遍的米象,进行了探讨。

实验在室内进行。供试害虫的饲养和毒效测定方法,除控制了毒力测定时的大气成份浓度外,与抗性测定方法同。实验用的敏感和抗性米象成虫于毒力测定前,先置入现场自然降氧(包括二氧化碳升高)的粮堆,使之逐步适应大气成份浓度的改变。当粮堆内大气成份浓度改变到实验所需条件时,将试虫取回置入熏蒸瓶。熏蒸瓶内置换取自粮堆的实验大气,然后按前法测定。

试虫在粮堆内适应期间的大气成份浓度变化如表11。

表11 供试害虫在测定前适应低氧大气期间的氧和二氧化碳的变化

	第一天	第二天	第四天	第六天	第八天	第十天
O ₂ %	21	17.9	16	15	13.9	12.4
CO ₂ %	0	1.1	1.5	3.3	3.8	4.0

磷化氢在正常的和改变了成份浓度的大气条件下,对敏感和抗性米象成虫的毒力测定结果见表12。

表12 米象在正常和改变了大气成份浓度条件下对磷化氢的敏感度

虫 号	来 源	在 正 常 大 气 下		在改变了大气成份浓度条件下 (O ₂ 12.2~12.5, CO ₂ 4.2~4.6)	
		LC ₅₀ (毫克/升)	LC _{99.9} (毫克/升)	LC ₅₀ (毫克/升)	LC _{99.9} (毫克/升)
F 26	陵水县椰林公社	0.0065	0.0319	在敏感种正常大气下毒力测定的最低浓度时, 全部死亡。	
S 12	梅县程江粮所	0.4396	8.418	0.0564	1.718
S 25	高州新垌粮所	0.0576	0.4068	0.00594	0.0998

表12充分说明, 当大气中二氧化碳上升到4.2~4.6%, 氧下降到12.2~12.5%时, 无论对米象敏感种和抗性小种, 磷化氢的毒力都大大提高。抗性小种S25的LC₅₀, 在改变了大气成份浓度条件下比敏感小种在正常大气下的LC₅₀还低。此结果揭示了在应用技术上较大

表13 发生抗性害虫部份仓库近十年熏蒸杀虫简况

虫号	来 源	抗性害虫及 抗性比例	仓 型	密 闭 方 式	密 闭 条 件	常用熏蒸 剂和药量 (克/米 ³)	曾用过的 其他熏 蒸 剂	熏蒸效 果的检 查对象	每次熏蒸 后保持无 虫时间 (月)	每批粮食 每年熏 蒸次数
S 12	梅县程江粮所	米象(63.7)	半永久	薄膜顶	差	磷化钙 磷化锌(5)		成 虫	2	3—4
O 3	梅县梅城粮所	锯谷盗 (1.5)	永久	薄膜	较差	磷化铝(4) 磷化锌	72年用氯 化苦一次	成 虫	2	2
S 10	汕头市西港仓库	米象(1.8)	永久	薄膜	较差	磷化钙(35) 磷化铝 (5—6)	几年前用 过一次氯 化苦	成 虫	2	2—3
S 25	高州县新垌粮所	米象(5.8)	民房	薄膜	甚差	磷化钙(30) 磷化锌 (8—12)	用过氯化 苦一、二 次	成 虫	2	3
S 11	惠州市黄家塘仓库	米象(1.3)	简易	薄膜	较差	磷化锌(5)		成 虫	2	3—4
F 15	广州市江村仓库	米象(2.6)	永久	薄膜	较差	磷化钙 (8—10) 磷化铝		成 虫	2	3
S 1	南海县平洲粮所	米象(3.5)	永久	薄膜	较差	磷化钙(35) 磷化锌(10)		成 虫	2	3—4
S 28	徐闻县附城粮所	米象(2.4)	永久	薄膜	较差	磷化锌 (7—10) 磷化铝		成 虫	2	2—3
O 11		锯谷盗 (2.3)				磷化钙				
F 27	陵水县陵城粮所	米象(7.4)	半永久	全仓或 薄膜	甚差	磷化锌 (12—15)		成 虫	2	3
S 23	佛山市北仓	米象(2.5)	永久	薄膜	较差	磷化钙		成 虫	2	3—4
F 10	高要县金渡粮所	赤拟谷盗 (1.4)	永久	薄膜	差	磷化铝(3) + 磷化锌 (3)	有时与氯 化苦混用	成 虫	2	2—3

幅度提高磷化氢药效的可能性。

3. 抗性小种形成原因的调查

在应用技术上探索抗性小种形成的原因,是把抗性测定的结果,有目的地剖析施用方法和提出近期对策的非常重要的工作。为此,对已经出现抗性问题的十二个贮粮点,作了应用技术的调查。结果见表13。

表13所反映这些贮粮点在熏蒸技术上的共同特点如下:

除少数偶尔使用过一两次氯化苦外,基本上都是多年连续使用磷化氢;

熏蒸密闭条件一般都较差或甚差,而且多年未予改善;

每批贮粮在不到一年的贮期内,一般都要熏蒸处理三至四次,每次处理后二至三个月又重新发生害虫;

熏蒸后的药效检查,都是一贯以最敏感的成虫的死亡率为指标。

由此可见,这些仓库都是在多年沿用磷化氢的情况下,由于密闭不善,在粮堆内未能保持足以将害虫各个发育阶段全部杀死的浓度和时间(CT值);在客观上,使害虫种群不断地接受抗性筛选和诱导。抗性小种的出现,是这种过程多年重复的结果。

四、结 论

1. 本报告查明,广东省最常见的四种主要粮仓甲虫,除玉米象外,米象、赤拟谷盗和锯谷盗群体,对磷化氢的抗药性都在普遍增强,有的已经发展为抗性小种。其中以米象最为显著,明显地增强了抗性的占63%;其中有一个小种是尚未见报导的抗性特强小种,抗性比例高达63.7。赤拟谷盗28个小种中,有三个抗性增强。锯谷盗6个小种,抗性都在增强。

2. 米象抗磷化氢小种,对氯化苦都有不同程度的交互抗性,但不如对磷化氢的抗性突出。交互抗性的类型不一。各小种对氯化苦的交互抗性的大小,并不与其对磷化氢抗性的强弱呈一致的相关性。

3. 在本省分布范围稍次于米象的玉米象,虽然与米象亲缘很近,但以其尚未发现抗性小种的事实,显示了二者对磷化氢的生理反应并不一样。由于本报告所收集的玉米象小种较少,还不能作出在广东没有抗性的结论,有待作进一步调查。

4. 抗磷化氢米象小种,在实验室不接触任何药剂条件下经四个世代,在三个代表性小种中,有两个抗性降低,一个不变。这种因抗性类型不同所表现的遗传上的差别,关系到防治对策的进一步探讨,有必要通过系统的研究,掌握其本质规律。

5. 适当改变处理环境的大气成份浓度,能够较大幅度地提高磷化氢的药效。室内毒力测定结果证明,当大气中氧12.2~12.5%,二氧化碳4.2~4.6%时,敏感米象的 LC_{50} 大大降低;抗性和强抗性米象的 LC_{50} ,分别降低了9.7和7.8倍, $LC_{99.9}$ 分别降低了4.1和4.9倍。

6. 抗性小种的出现,在应用技术上的主要原因,是在多年单一沿用磷化氢的情况下,或因药量不合理,或因熏蒸密闭条件不足,未能在一定时间内保持足以将害虫各个发育阶段全部杀死的CT值。历次熏蒸不彻底和空仓杀虫日益粗放,使害虫种群获得了长期多世代接受磷化氢抗性筛选诱导的条件,抗性因而不断增强。

五、讨 论

在熏蒸杀虫剂新品种发展十分缓慢,和当前国内外都是以熏蒸剂作为最主要的歼灭性防治手段的情况下,现场害虫对其产生了抗性,给防治工作提出了既关系到近期防治效果,又关系到长远的防治策略的新问题。特别是在国内,对目前应用范围最广、施用次数最多的磷化氢产生抗性,问题显得更加突出。尽管目前抗性发展严重的虫种主要是米象,但以该种害虫在南方地区分布之广和为害之普遍,若不及早引起广泛地重视,将难以保证歼灭性的效果,而且势必给防治工作带来日益严重的威胁。

从长远来看,长期使用一种或几种毒理机制相同或近似的药剂,抗性问题的发生,是很难避免的。因此,无论国内和国外,从事不用化学药剂防治法的探讨,正在逐步增多;而且有的已在较小的范围内采用。然而,目前这些方法都在不同程度上受到环境条件、技术条件以及设备费用上的限制,而难以在广泛的范围内较快地取代化学防治法。所以,不能因为有了某些不用药剂的防治法的科研成就,而对抗性问题麻痹起来。值得注意的是,粮仓害虫防治具有处理范围小,害虫群体集中,处理的环境条件较易控制,群体隔离比较容易,以及可以防治群体传播分散等有利条件。只要在普遍地认识了抗性问题的严重性和发展规律的基础上,在每次熏蒸实践中,把局部和全局、当前和长远结合起来,作出有效的措施,是能够最大限度地延缓抗性问题的发展的。具有多种独特优点的并得到广泛采用的磷化氢,也因而在更长的时期里继续发挥作用。

根据本报告测定的抗磷化氢米象对氯化苦有交互抗性但强度还比较低的结果,认为在近期可以在继续使用磷化氢的过程中,适当穿插使用氯化苦。降低大气中氧的浓度和适当提高二氧化碳浓度可以大幅度提高磷化氢药效的结果,提示了在防治实践中,可以结合目前许多地区正在探讨的自然缺氧储粮,或者在熏蒸施药前先行密闭一段时间等办法提高防治效果。这种办法对目前广东省大部分原粮仓库都比较难以单纯依靠自然缺氧法歼灭害虫的状况,显得有较大的实际意义。

六、结 束 语

根据本报告所查明的广东省的贮粮害虫抗药性问题,已经具体说明了应当把近期和长远结合起来,认真审议防治的策略方针的迫切性。由于抗性的毒理机制、遗传分离和表现形式的多样化,要制定确实可靠的对策措施很不容易。然而,只要还继续使用化学药剂防治,就必需首先掌握这些本质的规律。否则,新药剂的合成与筛选、现有药剂的使用,以及管理的办法,都会带有盲目性。因此,不仅要尽速在广泛的范围内开展必要的监测工作,而且应当同时开展理论性的研究。同样重要的是,应当对广大防治工作者,宣传普及有关的知识,使每次的防治实践,都把抗性作为一个重要因素予以考虑;使各项制度和法规,都包括有关的内容。只有这样,才能长期保持防治的主动地位。