

熏灭净

熏蒸剂

熏灭净协作组 编著

5.854
X636
C.1

农 业 出 版 社

熏 灭 净 熏 蒸 剂

熏灭净协作组编著

农 业 出 版 社

熏灭净熏蒸剂

熏灭净协作组编著

农业出版社出版 (北京朝内大街 130 号)

新华书店北京发行所发行 农业出版社印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 32 开本 1 印张 14 千字
1985 年 3 月第 1 版 1985 年 3 月北京第 1 次印刷
印数 1—6,300 册

统一书号 16144·3021 定价 0.19 元

《熏灭净协作组》单位

农牧渔业部植物检疫实验所	北京市林业局森保处
中国农业科学院植物保护研究所	北京市园林科研所
中国医学科学院卫生研究所	中国人民大学档案系
浙江化工研究所	国家档案局技术研究所
621厂	中央档案馆
浙江临海利民化工厂	中国历史博物馆
塘沽动植物检疫所	中国革命博物馆
大连动植物检疫所	北京市商业储运公司
外运公司天津分公司新河库熏蒸 队	林业部北方森林检疫所
浙江衢州市科委	天津市药材公司
广东省昆虫研究所	江西农业大学

说 明

鉴于我国对外贸易扩大，每年都有大量货物进、出口；以及商品养护；土特产经销；国家档案、文物保护；林木、农林作物种子等都需要开展熏蒸灭虫、杀菌工作。国内熏蒸剂品种少，供不应求，尤其缺乏集装箱、古建筑、工艺美术、皮革、橡胶制品等或低温下特殊场合、特殊物品使用的熏蒸剂。由农牧渔业部植物检疫实验所主持，组织中国医科院卫生研究所、浙江化工研究所以及中国农科院植保所、621厂等22个单位先后进行熏灭净熏蒸剂的开发研究，并在生产上大规模应用，取得很好效果。1983年农牧渔业部委托浙江化工厅召开会议，通过正式鉴定并已由浙江临海利民化工厂投产供应商品。获得农牧渔业部1982年农牧渔业技术改进一等奖。在庆祝建国三十五周年之际，为了进一步发挥熏灭净的杀虫灭菌作用，由《熏灭净协作组》主持单位主持人徐国淦执笔，从实际应用出发，较系统地介绍熏灭净的理化性能、毒性毒理及其应用技术。

由于时间仓促，书中可能存在缺点或错误，希望广大读者提出宝贵意见。

编者

一九八四年八月

目 录

一、理化性能	2
(一) 蒸气压和气体体积	3
(二) 剂量和浓度的关系	3
(三) 扩散和渗透	3
二、熏灭净对熏蒸物的影响	5
三、毒性	6
(一) 对高等动物的毒性	6
(二) 对昆虫的毒性	6
(三) 对植物毒性	16
四、熏灭净的残留	19
(一) 暂时残留	19
(二) 永久残留	20
五、测毒和检漏技术	22
(一) 气相色谱法测定	22
(二) 瓦斯检定器测定法	22
(三) 测卤素灯查漏	22
六、熏灭净的防护和治疗	23
七、熏灭净的应用	24
(一) 选择合适的熏蒸场所	24
(二) 用药量	25

(三) 安放施药设备及虫样管	25
(四) 测毒查漏	25
(五) 散毒和效果检查	25
(六) 安全处理留存的熏灭净及熏蒸用具	25

随着我国对外贸易扩大,农副产品进出口数量、种类增加,传带检疫性害虫机率相应增高。同时,我国每年都有大量货物进、出口急需防治仓贮害虫。此外,各地棉、麻、毛呢、皮毛、皮革、化纤等商品,木材、竹木器、工艺品、橡胶及其制品等,国家档案、文物保护,集装箱、农林牧种子的治虫,园林果树蛀干性害虫,水库堤坝土栖白蚁及建筑物家白蚁的防治等急需采用安全、有效、快速经济的熏蒸处理方法。所谓熏蒸是在能控制的场所,如船舱、仓库、粮食加工厂、档案库、土壤等用帐幕覆盖以及能密闭的各种容器内进行熏蒸剂杀虫、灭菌、灭鼠甚至杀灭杂草。熏蒸剂是在其所要求的温度和压力下能产生对生物致死的气体浓度的一种化学药剂。以其有毒的气分子状态起作用的,能渗透到被熏蒸的物质中去,熏蒸后散气,能扩散出去。不同于呈液态或固体状态的颗粒悬浮在空气中的烟、雾或霭等气雾剂。因此,熏蒸对害虫来说,它潜伏在植物体内或隙缝内一般杀虫剂难于发挥毒效甚至无效,而熏蒸剂却能杀死它,且消毒过程快,可以一次处理大量物体,远比喷雾、喷粉、药剂浸渍等快得多。货物集中处理,药费和人工都较节省。另外,熏蒸散毒后,气体容易逸出,不象一般杀虫、灭菌剂残毒问题比较突出。

熏灭净熏蒸剂是农业部门主持组织化工、卫生等部门协作

在国内新开发的一种优良熏蒸剂。具有杀虫广谱、渗透力强、毒性较低、解吸很快、不燃不爆、对熏蒸物安全，并可在低温下使用等特点。它比常用熏蒸剂溴甲烷有更多的优越性。现将其理化性能、毒性毒理及其应用分别介绍如下。

一、理化性能

颜色：无 气味：无，不纯或高浓度下略带硫磺味

分子式： SO_2F_2 沸点： -55.2°C

熔点： -120°C 分子量：102.06

比重：气体（空气 = 1）2.88，液体（水 4°C = 1）1.324（ 4°C ）

蒸发潜热：79.5英制热量单位/磅 燃烧范围：不燃烧

溶解度：水、棉籽油、花生油各 100 克，在不同温度下熏灭净克数见表1。

表 1

温 度 ($^\circ\text{C}$)	0	10	20	25	40
水	0.16	0.10	—	0.075	0.07
棉 籽 油	0.94	0.87	0.78	—	0.59
花 生 油	—	—	—	0.62	—

在其他有机溶剂中的溶解度：温度 22°C ，100 克溶剂中溶解熏灭净的克数，冰 酮 1.74，氯 仿 2.12，二溴乙 烷 0.5。在 -78°C 能大量溶解于溴甲烷内。

(一) 蒸气压和气体体积

熏灭净在25℃，蒸气压 13442 毫米汞柱 (260 磅/英寸² 或 18个大气压)。-5℃时其蒸气压约 3 倍于 40℃ 时的溴甲烷蒸气压，因此，易于扩散和渗透。熏灭净在不同温度下对钢瓶产生的压力如表 2。

表 2

温 度 (°C)	-17.8	-6.7	4.4	15.3	26.7	37.8	48.9	60.0
压力(磅/英寸 ²)	88	117	155	295	272	360	478	635

(二) 剂量和浓度的关系

剂量和浓度在熏蒸剂的使用方面是彼此有关连而不同的两种概念。剂量是指实际应用熏蒸剂的量，根据熏蒸容器体积计算的药剂重量，例如50克/立方米即每立方米体积中用药50克。浓度是指不同熏蒸场所空间中熏蒸剂的分子浓度，随温度、熏蒸时间、熏蒸物的数量、熏蒸物对熏蒸剂的吸附以及漏气程度等不同而变化。通过化学分析法或物理测量仪器测定，在无外界的影响，温度25℃，一个大气压下，空气中的剂量和浓度关系如表 3。

(三) 扩散和渗透

熏灭净液态的自然蒸气压力很大，10℃ 9150 毫米汞柱，25℃ 13442 毫米汞柱。作为熏蒸剂的发生，在正常压力下从钢瓶中释放出，弥漫扩散渗透。在熏蒸物中渗透扩散能力比溴甲烷强，熏蒸后的解吸也较溴甲烷快得多。

1. 熏灭净和溴甲烷在物品中渗透性能比较 每立方米用药

表 3

体 积		体 积 重 量	
ppm	%	克/立方米*	磅/1000立方英尺
**5	0.0005	0.0228	
20	0.002	0.091	
50	0.005	0.228	
100	0.01	0.456	
200	0.02	0.91	
239.6	0.024	1.00	0.062
5000	0.05	2.278	0.142
1000	0.10	4.556	0.285
3833.2	0.383	16.00	1.00
20000	2.0	91.12	5.695

* 盎司/1000立方英尺，或毫克/升。

** 美国工业卫生学家会议规定的阈限浓度（1964）。

8 克，温度26.7℃，处理16小时，黑皮蠹幼虫、赤拟谷盗成虫作试虫，熏灭净蒸气在麦麸、硬木屑、麦粉、碎烟叶中的渗透能力均很大，以硬木屑内的虫样为例，溴甲烷处理黑皮蠹幼虫 5 英寸以下无死亡，赤拟谷盗成虫 9 英寸以下死亡率只有6%，而熏灭净处理 9 英寸以下者均 100% 死亡，渗透能力似乎比溴甲烷高5—9倍。

2. 熏灭净和溴甲烷吸附、解吸的比较 熏蒸剂的蒸气分子与空气分子碰撞而减缓其向物质中的扩散，并逐渐由于表面张力和微细管作用引起熏蒸物对熏蒸剂的吸附，使其蒸气浓度在熏蒸空间逐渐降低。因此，了解熏蒸剂熏蒸不同物体的吸附量对正确使用药量保证熏蒸效果有重要意义。测试大豆、玉米对熏灭净和溴甲烷的吸附量。大豆和玉米对溴甲烷的吸附量是比较高的，分别为91.28% 和 67.5%，而对熏灭净的吸附量相当

低，分别为25.69%和13.3%。大豆对熏灭净的吸附量只有溴甲烷的36%；玉米对熏灭净的吸附量只有溴甲烷的20.3%。

一般吸附量低的熏蒸剂解吸亦快。所谓解吸，就是将吸附在熏蒸物上的熏蒸剂的蒸气分子通风移去。文史档案库熏灭净熏蒸散气8小时后，气相色谱分析就检测不到其残留气体。熏灭净和溴甲烷分别处理木材，通风约12小时就检查不到熏灭净，而溴甲烷通风一天后约有5ppm，40天后仍保持约4ppm。大船棉花仓熏蒸测试，开仓盖散气4—12小时后瓦斯检定器检查不到熏灭净而溴甲烷尚残留1028ppm，这点有利缩短船期，节约大量外汇。

二、熏灭净对熏蒸物的影响

据文献介绍，其可安全用于一般室内物件的熏蒸处理，在温度26.7℃，每1000立方英尺用药3磅对如下材料无腐蚀、无残留气体并无色泽影响：不锈钢、黄铜、铝、锌、银；各类橡胶、奥纶、尼龙、涤纶、醋酸人造丝；羊毛、棉毛；毛西装料；多种色彩样纸；牛皮（6种）、小羊皮手套料（蓝色）、小羊皮革（黑色、白色）、马皮；塑料照相用品和许多工艺品。国内试验，熏灭净每立方米用量高达50—150克，熏蒸时间72—120小时，对双面胶版纸、棉布、绸缎的各类测试指标均无不良影响。每立方米40克，熏蒸处理纸质文物、国画颜料（红、黄、蓝三原色）、邮票、清末棉、丝织品和金线丝织品以及现代的麻织品，熏蒸65小时，经10个月后观察测定色差值，没有什么不良的影响。同样，对蓝圆珠笔、蓝彩色笔、蓝铅笔、纯蓝墨水、蓝复

写纸、红墨水、红圆珠笔、红复写纸、黑铅笔、黑彩色笔、黑墨汁、黑复写纸等字迹的档案测试，经十个月后未发现有感变化。另外，测试维纶、涤纶、锦纶的断裂强度和白洁度均无不良影响。我们将熏灭净药量提高到 $100\text{克}/\text{m}^3$ ，熏蒸时间延长到 3 天，对清初大佛像的贴金的色泽外观无影响。

三、毒 性

(一) 对高等动物的毒性

关于熏灭净对高等动物的毒性资料很少，仅见 Truhaut 等的急性毒性和 Gossel 的慢性毒性的零星报道，以及联合国粮农组织和卫生组织所提出的安全阈限浓度资料。熏灭净是属神经中毒剂，其毒性属中等，为常用熏蒸剂溴甲烷的三分之一。急性动物毒性，大鼠 LC_{50} 为 1060ppm ($4240\text{mg}/\text{m}^3$)，在高浓度染毒时可见反复惊厥发作，明显癫痫样的脑电图变化。亚急性毒性，高浓度 (191ppm) 可见中枢神经系统的功能变化尿氟增高，但无明显的脏器官病变。低浓度 (55.6ppm) 时，除中枢神经系统的功能变化外，未见其他改变。根据联合国粮农组织和卫生组织所提出的熏灭净和其他主要熏蒸剂对人安全的大量和接触时间如表 4。

从表 4 资料也可看出其毒性和环氧乙烷类似，是比较低的。

(二) 对昆虫的毒性

熏灭净对生物的影响是以其蒸气的分子状态起作用，进入昆虫身体主要通过呼吸系统。成虫、幼虫（或若虫）、蛹是通过气门，卵是通过特殊的呼吸孔道。杀虫灭菌的作用一般认为主要

表 4

熏蒸剂名称	一次接触时间 (每星期不超过一次)			连续接触时间 (每星期五天, 每天 8 小时)
	7 小 时	1 小 时	0.1 小 时	
氯化苦	1ppm	1ppm	5ppm	0.1ppm
熏灭净	200	400	2000	5
溴甲烷	100	200	1000	20
环氧乙烷	150	500	2000	50
磷化氢	1	25	50	0.3
氢氰酸	20	40	200	10

是对酶起化学作用。对昆虫的胚后期很毒,卵的抗药能力较强,有些蚬虫的卵抗药能力相当强,但适当提高药量和延长处理时间仍是有效的。

温度对熏蒸效果影响极大,如温度高于 10°C 以上时,随温度增高,药剂的挥发性增加,气分子活动性和化学作用加快,昆虫的活动呼吸量增加,单位时间内进入虫体的毒气浓度提高,因此,杀虫快,效果好,用药量低。一般温度在 10°C 以下进入低温熏蒸,情况就比较复杂。较低温度增加货物对熏蒸剂的吸附,降低熏蒸剂的扩散能力,同时昆虫呼吸率降低增强抗毒能力。因此不提倡低温情况下熏蒸。一般在熏蒸物 $21-25^{\circ}\text{C}$ 使用有效的杀虫剂量,当温度下降时要适当增加药量。一般 $10-15^{\circ}\text{C}$ 时药量增加到 $1\frac{1}{2}$; $16-20^{\circ}\text{C}$ 时药量增加到 $1\frac{1}{4}$; 25°C 以上用 $3/4$ 药量。

我们测试,熏灭净虽然在低温($0-6^{\circ}\text{C}$)情况仍有良好的杀虫效果,但仍受温度的影响。

1. 熏灭净处理各种昆虫不同虫态的效果比较 整理14种害

虫不同虫态50%和95%致死剂量比较, 如表5:

表 5

害 虫 种 类	虫 态	LC50±95% 克/m ³	LC95±95% 克/m ³
赤 拟 谷 盗	成 虫	3.14±0.45	3.45±0.46
	卵	42.7±93.4	70.3±93.8
谷 象	成 虫	0.63±0.25	0.91±0.23
	蛹	0.76±0.46	0.86±0.46
	幼 虫	0.36±0.33	0.86±0.33
	卵	24.9±43	49.6±44
谷 长 蠹	成 虫	0.19±0.72	0.65±0.65
	蛹	0.60±0.47	1.31±0.47
	卵	8.45±6.38	13.7±6.16
锯 谷 盗	成 虫	0.78±0.31	0.87±0.31
黑 皮 蠹	幼 虫	2.08±0.63	3.39±0.63
	卵	42.3±95.3	75.8±95.1
烟 草 甲	成 虫	0.71±0.21	0.94±0.24
墨西哥豆瓢虫	卵	17.96±5.49	20.17±5.72
大黑拟步甲	成 虫	18.9±0.43	2.31±0.44
	幼 虫	2.17±1.08	2.22±1.07
美 洲 蟒 蠊	成 虫	0.46±0.27	0.59±0.27
	卵	19.41±9.86	25.8±9.93
德 国 蟒 蠊	成 虫	0.77±1	1.16±1
麦 蛾	成 虫	0.74±0.45	1.32±0.47
	幼 虫	0.82±0.39	1.50±0.40
	卵	4.81±2.85	5.44±3.0
地 中 海 粉 螟	成 虫	1.35±0.89	2.14±0.86
	幼 虫	1.1±0.21	2.6±2.12
亚 热 带 粘 虫	卵	18.21±6.74	22.7±6.89
家 蝇	成 虫	0.54±0.33	0.96±0.33
	蛹	0.96±0.41	1.36±0.48

注: 温度26.7℃, 密闭16小时。

从表 5 结果可以看出卵的抗药能力最强, 其次是蛹>幼

虫>成虫。

2. 熏灭净处理谷斑皮蠹、谷象、玉米象和绿豆象卵的效果
熏灭净在温度11—14℃, 10克/m³处理12小时对谷斑皮蠹幼虫效果达100%, 处理24小时对谷斑皮蠹蛹效果达100%。温度20—27℃, 10克/m³处理12小时对黑皮蠹、印度谷蛾、烟草甲幼虫、

表6 熏灭净处理谷斑皮蠹、绿豆象、谷象、玉米象卵的效果(1980—1982)

药 量 (克/m ³)	处理24小时		处 理 48 小 时							
	谷 斑 皮 蠹		谷 斑 皮 蠹		绿 豆 象		谷 象		玉 米 象	
	温度 (°C)	死亡率 (%)	温度 (°C)	死亡率 (%)	温度 (°C)	死亡率 (%)	温度 (°C)	死亡率 (%)	温度 (°C)	死亡率 (%)
5	—	—	—	—	20	98.0	20	79.0	20	60.0
10	—	—	—	—	20	100.0	20	90.0	20	80.0
15	11—13	9.0	11—14	—	20	100.0	20	100.0	20	100.0
	20—22	24.5	20—22	100.0						
25	11—13	27.5	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—						
30	11—13	45.8	11—14	83.3	20	100.0	20	100.0	20	100.0
	20—22	89.2	20—22	100.0						
40	11—13	60.0	11—14	—	—	—	—	—	—	—
	14—16	—	14—16	—						
	20—22	100.0	20—22	100.0						
45	—	—	—	—	20	100.0	20	100.0	20	100.0
50	11—13	62.5	11—14	100.0	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—						
对 照		0		31.4	20	孵化 正常		孵化 正常		孵化 正常

注: 11—14℃, 40克/m³处理谷斑皮蠹卵72小时, 100%死亡。

玉米象和谷蠹成虫效果均达100%。熏蒸的目的是一次性杀死害虫的各虫态，卵的抗药力最强，着重选择了卵暴露的谷斑皮蠹、绿豆象和卵埋藏小麦内的谷象、玉米象作试材，其结果如表6。

从表6结果，熏灭净处理谷斑皮蠹卵随温度升高，药量提高杀卵效果也相应增加。在温度11—13℃，处理24小时，50克/m³效果达52.5%；温度11—14℃，处理48小时，50克/m³效果达100.0%；温度11—14℃，处理72小时，40克/m³效果达100%。若温度20—22℃，40克/m³处理24小时，15克/m³处理48小时效果均可达100.0%。从熏灭净处理谷象、玉米象和绿豆象卵的效果来看，温度20℃处理48小时用药15克/m³效果均达100%。

3. 熏灭净对林木种子内洋槐种子小蜂、紫穗槐豆象及柠条豆象越冬虫态的效果 温度17.5—19℃，25克/m³处理24小时，对柠条豆象幼虫和蛹、洋槐种子小蜂和紫穗槐豆象的幼虫效果均达100%。

表7

药 量 (克/m ³)	温 度 (℃)	白 蚁 种 类	试 虫 数 (头)	开始死亡 时间(分)	50%死亡 时间(分)	100%死亡 时间(分)
17.42	29—33.5	黑翅土白蚁	250	23	150	270
		家 白 蚁	250	165	300	330
		肖若散白蚁	150	195	270	320
		铲头堆砂白蚁	250	165	300	330
31.35	31	黑翅土白蚁	250	10	44	65
		家 白 蚁	250	37	71	108
		肖若散白蚁	150	41	80	153
		铲头堆砂白蚁	250	47	71	108