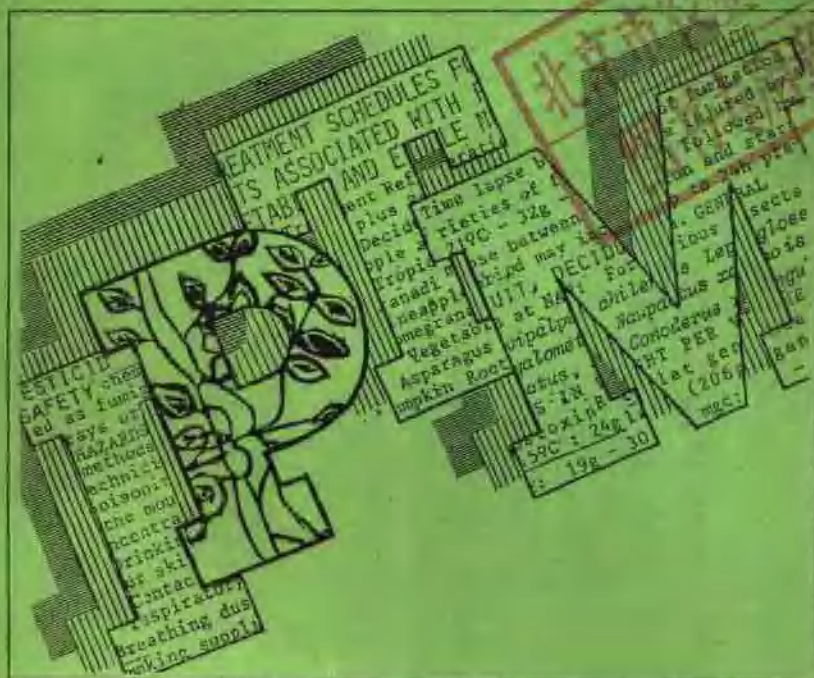


# 国际间植物检疫处理手册

粮农组织  
植物生产和  
保护文集

# 50



中国  
农业科技出版社  
北京 1989



联合国  
粮食及农业组织

# 国际间植物检疫 处理手册

J. F. 卡帕蒂  
C. Y. 肖特曼 编著  
K. A. 赞马兰诺

(根据Oliver O. 斯托特原著和  
Herbert L. 罗思修订版改编)

中国农业科学院科技文献信息中心  
根据共同  
联合国粮食及农业组织的协议出版

粮农组织  
植物生产和保护  
文集

50

中 国  
农业科技出版社  
北 京



联合国  
粮食及农业组织

## 国际间植物检疫处理手册

责任编辑 段道怀

※

中国农业科技出版社出版（北京海淀区白石桥路30号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国农业科学院科技文献信息中心印刷厂印刷

•

开本：787×1092毫米 1/16 印张：12 字数：262千字

1989年1月第一版 1989年1月第一次印刷

印数：1—3,000册 定价：4.00元

---

ISBN 7-80026-144-1/S·110

## 声 明

本册资料和处理一览表，主要引自国家和地区级植物保护组织关于熏蒸的文献。

尽管这些知识都来自研究结果和实践经验，但有关组织以及粮农组织并不对因应用这些知识而使产品、物品和操作人员造成的伤害负责。

本手册偶而使用了商品注册名称，但不意味着粮农组织对这些产品和厂商的认可。

粮农组织对本手册中有关杀虫剂应用不做任何保证或表示，所以对使用任何杀虫剂所造成的损失、损坏或损伤也均不负责。

## 序 言

为了育种和其它科学研究的目的，植物和植物产品在世界范围内的调运日益频繁，使得危险性病虫害和杂草的传播越来越成为重要的国际性危险。

快速运输使得这种危险愈加严重。因此，必须实行保护措施，防止那些能对世界农业带来严重危害的病原生物的传入和扩散。最好和最经济的保护措施即实施适当的植物检疫，而进行处理是其不可缺少的组成部分。

处理措施在保护世界日益增长人口的食物方面起重要作用。新技术包括化学和物理处理方法的应用，它能够消灭或减轻携带在农产品上的有害病菌。

这本国际间植物检疫处理手册提供了在植物检疫方面已知的各种有用和有效的处理方法，也包括了与检疫方法和程序有关的技术资料。

本手册所列的处理一览表的内容大部分引自澳大利亚、新西兰和美国植物检疫组织出版的*处理手册*。非常感谢他们允许采用其中的资料。加拿大、欧洲地中海植物保护组织(EPPO)，联合王国，日本、荷兰和许多其它植物保护组织的官员也提供了资料和处理一览表。感谢他们的协作和帮助。

粮农组织感谢美国农业部的C. M. Amyx先生、B. M. Cawley先生和R. P. Kahn博士，加拿大农业部的D. S. MacIsacklen和Jacques Beneret先生，澳大利亚卫生部的J. P. Morschel先生和S. J. Navaratnam博士，荷兰农渔部的J. A. Jobsen博士，以及新西兰农渔部的L. B. Morrison先生给予技术帮助。感谢新西兰农渔部P. A. Moddison博士校对原稿。

Joseph F. Karpati

# 目 录

页 次

第一部分 植物检疫处理	(1)
第一章 植物检疫处理概论	(1)
1. 检疫程序	(1)
2. 检疫和放行	(1)
3. 检疫处理	(1)
4. 化学处理	(2)
5. 热处理	(2)
6. 有效处理程序	(2)
7. 感染发生率	(2)
8. 商品处理条件	(2)
9. 培训	(2)
第二章 害虫防治的化学处理	(3)
第一节 熏蒸原则	(3)
1. 熏蒸密闭	(3)
2. 熏蒸剂要求	(3)
3. 气体的作用	(3)
第二节 熏蒸剂	(6)
1. 二溴乙烷 (EDB)	(7)
2. 环氧乙烷 (ED, EFO)	(8)
3. 氰化氢 (HCN)	(9)
4. 溴甲烷 (MB)	(11)
5. 磷化氢 (PH)	(13)
6. 硫酰氟 (SF)	(16)
第三章 冷热处理防治植物有害生物	(18)
1. 快速冷冻	(18)
2. 干热处理	(18)
3. 汽热处理	(18)
4. 蒸汽灭菌	(19)
5. 热水处理	(19)
6. 处理后的处置	(20)
7. 冷处理	(20)
8. 仓库冷处理	(20)
第四章 固定的熏蒸设施	(21)
第一节 建造原则	(21)

第二节	场地	(21)
第三节	熏蒸室设计和结构的基本要求	(21)
第四节	熏蒸室设备	(22)
第五节	常压熏蒸室 (NAP)	(22)
	1. 地板	(22)
	2. 门	(22)
	3. 夹钳	(23)
	4. 活层地板	(23)
	5. 封条	(23)
	6. 熏蒸室容积	(23)
	7. 密闭度试验	(23)
第六节	辅助系统	(24)
	1. 电系统	(24)
	2. 气体输入系统	(24)
	3. 环流系统	(25)
	4. 排气系统	(25)
	5. 加热和致冷系统	(25)
第七节	二溴乙烷熏蒸室	(26)
	1. 结构	(26)
	2. 要求	(26)
	3. 辅助系统	(27)
第八节	减压熏蒸室	(27)
	1. 要求	(27)
	2. 推荐的性能标准	(28)
	3. 结构	(28)
	4. 辅助系统	(28)
第五章	特殊处理程序	(30)
第一节	船舶熏蒸	(30)
第二节	在苫布下熏蒸—溴甲烷	(40)
第三节	临时密闭熏蒸	(47)
第六章	熏蒸处理器材	(50)
第一节	开口式压力计	(50)
第二节	卤化物检漏仪	(51)
第三节	挥发器	(51)
第四节	防毒面具	(51)
第五节	自控呼吸装置	(54)
第六节	气体分析装置	(54)
第七章	安全和急救程序	(57)

第一节	熏蒸的安全性	( 57 )
第二节	农药的安全性	( 62 )
第二部分	国际植物检疫处理手册中处理一览表指南	( 67 )
第八章	处理一览表使用说明指南	( 69 )
1.	害虫	( 69 )
2.	方法	( 69 )
3.	常压熏蒸与减压熏蒸 (NAP/VAC)	( 69 )
4.	密闭	( 69 )
5.	温度	( 69 )
6.	剂量	( 69 )
7.	处理时间	( 70 )
8.	最低气体浓度 (MGC)	( 70 )
9.	货容极限	( 70 )
10.	注解	( 70 )
11.	气流循环的辅助要求	( 70 )
12.	通风	( 70 )
第九章	水果、蔬菜、食用坚果和种子害虫的处理一览表 (A)	( 71 )
A1	冷处理	( 72 )
A2	冷处理加熏蒸处理	( 73 )
A3	熏蒸加冷冻处理	( 73 )
A4	落叶水果	( 74 )
A5	热带水果及瓜果	( 77 )
A6	蔬菜类	( 81 )
A7	坚果类	( 87 )
A8	汽热处理	( 89 )
A9	快速冷冻处理	( 89 )
第十章	植物繁殖材料害虫的处理一览表 (B)	( 90 )
B1	繁殖材料	( 92 )
B2	植物	( 93 )
B3	鳞茎、球茎、块茎、根茎及根	(104)
B4	种子	(109)
第十一章	各种植物性材料包括垃圾的害虫处理一览表 (C)	(117)
C1	包和装袋: 材料与包装	(118)
C2	竹子 (竹器或竹制品)	(119)
C3	高粱、谷子、金雀花属植物及其制品	(119)
C4	藤和藤条	(120)
C5	圣诞树、剪枝	(120)
C6	可可、袋装可可	(121)



C7	咖啡、咖啡豆(商品)	(12)
C8	椰干、袋装椰干	(122)
C9	棉花及棉制品类	(122)
C10	散装的或加压后放在容器里的干果	(124)
C11	装饰用插花及新鲜带叶枝条	(124)
C12	垃圾	(125)
C13	原粮、种子、谷类和贮藏品	(125)
C14	瓜尔豆和阿拉伯树胶	(129)
C15	干草和晒干的青草	(129)
C16	蜡叶标本、干植物标本	(130)
C17	带土草本植物	(130)
C18	红麻或木棉纤维	(131)
C19	蘑菇	(131)
C20	泥炭藓、泥炭水藓包装用的材料及生长培养基(不带土壤)	(131)
C21	失去活力的种子	(131)
C22	香料调味品	(132)
C23	秸秆及其制品	(132)
C24	甜菜	(133)
C25	烟草	(134)
C26	木材、木制品、树皮、软木	(135)
<b>第十二章 污染的货物、集装箱、运输工具、器材、场地和非植物性物品的有害生物</b>		
	处理一览表(D)	(139)
D1	飞机	(139)
D2	集装箱	(144)
D3	器材	(145)
D4	空火车车厢	(146)
D5	船舶的货舱及其中的非植物性货物	(147)
D6	土壤	(148)
D7	货舱及非植物性货物中的有害生物	(150)
D8	表面处理	(154)
<b>第十三章 线虫的热水处理</b>		
	注解A	(158)
	注解B	(159)
<b>参考文献</b>		
		(161)
<b>索引</b>		
		(164)

# 第一章 植物检疫处理概论

## 1. 检疫程序

世界各国发生的许多严重病虫害，都是通过人类贸易交往传入的。这些病虫害为害着代表一个国家农林资源的粮食、纤维作物及森林。为了保护这些资源、大多数国家已经设立了植物检疫机构。

植物病虫害的蔓延，可以通过完全禁运可能传播病虫害的各种材料，或者允许这些材料在一定限制条件下自由调运来防止。作为防止病虫害传入的一项保护措施，植物检疫方案为植物及其产品提供了检验和处理方法。

为达到植物保护的日的，植物检疫法规必须具有权威性，以便检疫人员能在一个广泛的基础上检查植物病虫害，并在病虫害传播急速的危险时刻，采取适当的措施。批准进口需要以下一些手续。

## 2. 检疫和放行

检验核实规定商品的进口情况。进口材料未发现植物病虫害，或仅发现经济意义不大的病虫害，可以不经处理而放行。当检验确定带有危险病虫害时，材料则需处理、销毁、拒绝进口，退回发货地或转到其它地区，或者经过清选和按以各种规定处理后进口。

所有的植物和植物产品都应在到达时进行病虫害检验，即对某种病虫害的强制性处理被列为进口条件。因为有可能发现别的病虫害，从而要改变已经提出的检疫措施。

## 3. 检疫处理

处理方案的日的，是消除在国际国内贸易交往中调运商品时可能带有的病虫害。这种处理方案，可以使在其他情况下被禁止、或因可能携带病虫害而不宜出口的农产品贸易成为可能。当商品被某种病虫害侵害、污染，或存在某种病虫害迅速传播的可能性时，可以根据进口规定提出处理措施。处理措施可包括化学处理或其它各项措施。制订的处理措施要考虑到对有关病虫害的合理性和有效性。

本手册是通过搜集各国正在使用的处理程序表，以促进国际植物检疫所做的一项努力。然而，还缺乏对某些病虫害及农产品的有效检疫处理方法。

这些处理程序表是根据研究者们发表的著作、处理结果、观察报告及实际应用，以及对经证实符合要求的近似病虫害—寄主的处理情况对比分析而制定的。这些处理程序表是有效的，但由于条件的变化、不可能总能获得所要求的效果。降低处理效果的环境因素包括病虫害对药物剂量的敏感性、不利的处理条件、处理方法的不精确，以及病虫害的抗性。处理效果降低，可能导致灭虫不彻底或损害农产品，甚至既灭虫不彻底又损害农产品。处理失败的原因，几乎总是由于粗心，或使用方法不当。

发现农产品带有昆虫，病害或线虫，不一定是提出处理的正当理由。要求处理的病虫害，

必须被鉴定是这个国家的一种重要农业病虫。检疫处理可以由进口国家任意指定，以免在病虫鉴定期间被耽误。由于确定某种特殊害虫各虫态的困难，或因这类农产品被公认为原产国某种特殊害虫的寄主，因而对某些产品的强制性处理均作为进口条件，列入许多国家的法规之中。为了避免在到达地进行广泛和耗时的检验，对某些具有高感染发生率历史的农产品，可以规定预防性处理作为进口条件。

#### 4. 化学处理

熏蒸是一种常用的植物检疫措施，用以在众多农产品中防治各种害虫。熏蒸技术在不同条件下适用于各种用途。用在一种农产品上的熏蒸剂要根据规定的时间及温度按指定程序应用。

另有一些有毒化合物用作喷雾剂、喷粉剂、浸泡剂及烟雾剂。应用最广的是防治病原物的，如杀真菌剂和杀细菌剂。这类处理中，多数仅对特殊有机体有部分效果，因而不能算作检疫处理，所以不包括在本手册中。但除检疫措施外，必须鼓励以防治为目的的保护性措施的应用。烟雾剂在植物检疫上主要用于飞机灭虫。其配方是按能迅速击倒害虫而设计的，以造成即刻大量死亡，防止极灵活的害虫逃避。提高烟雾剂效果的办法，是使粉剂微粒化，使其在大气压力下能靠二氧化碳来弥散。

#### 5. 热处理

热处理应广泛应用于各种病虫害处理。大多数情况下，它具有价廉、无化学残留、对环境无害、应用安全的特点，对处理材料很少或不具有害影响。

#### 6. 有效处理程序

除了具备有效处理程序可供正确应用的一览表而外，对其他任何处理都应拒绝接受。检疫处理中的主要错误是滥用既不是针对病虫、也不是针对农产品的处理方法。取消进口项目要比采用一种无效的、对农产品或人类健康有害的处理方法要好。

#### 7. 感染发生率

只有认为传染、感染或污染发生率低时，检疫处理才能认可。由于在贸易情况下实施检疫处理上的困难，人为差错的可能性及与害虫和农产品有关的变化，以致一些传染率高的害虫有极大残存的可能性。比较好的办法是要求原产地植物检疫部门监督进行检疫处理。

#### 8. 商品处理条件

对不良、质劣或不正常的水果、蔬菜和其它植物、不应进行检疫处理。检疫处理是为商业上正常装运的健康产品而设计的。

#### 9. 培训

未经培训的人员，不应从事检疫处理，这一点对检疫熏蒸处理尤其重要，因为不按适当的程序和防治方法进行处理，就有中毒的严重危险。熏蒸人员必须掌握各种气体的特性，并在各类熏蒸剂处理的方法和程序方面，经过实际培训。

## 第二章 害虫防治的化学处理

### 第一节 熏蒸原则

#### 1. 熏蒸密闭:

熏蒸必须在密闭情况下进行,保持熏蒸剂在处理过程中漏气最少。固定熏蒸室要具有不透气的合理结构,最适合于植物检疫处理。油布帐篷和某些临时性密闭,在熏蒸时要漏失一部分气体。不过密闭必须尽可能严实,因熏蒸剂的损失将降低处理效果,而且可能是危险的。

熏蒸密闭的设计,可以反过来影响气体环流。遇到不规则环境,要想到环流问题,油布帐篷熏蒸尤其如此。

##### (1) 剂量

为了保证效果,熏蒸剂的释放必须足以杀死装载物中所有的害虫。处理程序选择不当,或不能按程序提出的剂量要求处理,将得不到满意的效果。剂量单位以每立方米的克数( $\text{g}/\text{m}^3$ )表示,相当于每千立方呎的盎司数。

理想的剂量通常在浓度高到足以杀死害虫,与低到足以避免损害农产品或留下有害的残毒之间具有一个小的安全系数。

##### (2) 体积:

体积在一览表中以每立方米( $\text{m}^3$ )表示。熏蒸室、货车、集装箱及其类似的密闭处理,其体积计算是以空箱为依据的。计算油布帐篷熏蒸的剂量时,体积常以货物的立方体计算。由于装货形状常不规则,测量体积困难,计算时应避免近似值。

##### (3) 温度:

农产品及其周围环境的温度,决定杀死装载物内害虫所需的熏蒸剂量,两者都应测定。选择熏蒸剂剂量时,通常使用农产品的中心温度。鲜果及蔬菜类用溴甲烷(MB)处理时则例外。这类农产品有实质性差异,其剂量计算方法,在本章第二节“溴甲烷熏蒸”中有说明。

带金属尖端的探针型温度计较之其它类型的温度计更适合于插入农产品中。熏蒸前要迅速测出温度,检测几次,将最低温度用于剂量计算。当农产品温度高出或低于公认的一览表的极限时,应在熏蒸前调节农产品到认可温度。为达到这一目的,可以使用加热器或冷藏装置。

##### (4) 曝露期:

放入熏蒸剂后立即进入曝露期。在应用二溴乙烷时,待液体蒸发后进入曝露期。农产品的曝露期不应超过处理一览表中规定的时间,除非浓度低于最小极限,并补充气体而延长曝露期。曝露期后应立即进行农产品通风。

##### (5) 浓度:

浓度指密闭条件下任何一确定时间内每单位体积的气体量。密闭浓度可从一个远离密闭

室的仪器读数获得，该仪器监测密闭室内的几个点。在某些处理一览表中，要求有最小气体浓度（mgc）读数。有经验的操作者在熏蒸时，将用附加读数来帮助判断处理进度。

最初，在选定位置上的浓度读数因密闭气体的扩散，将发生变化。当浓度下降到与开始15—20分钟相等时，说明环流有问题，如果差异显著，就需要改正。有可能要终止处理，重新布置货物或调节、增加环流装置。

处理过程中浓度的逐渐降低，常常是吸收率或泄漏率的一个标志。增加气体，可以改善浓度。浓度损失超过处理一览表允许的最低值时，必须增加熏蒸剂。增加气体的程序见第5章“帐幕熏蒸”。如果浓度的下降是泄漏引起的，必须进行改正。

#### （6）真空熏蒸：

真空熏蒸是在降低大气压力情况下，应用熏蒸剂的过程。它包括在熏蒸室里放置农产品，抽掉室内的空气，加入熏蒸气体。

真空熏蒸的主要优点是处理过程中对农产品的渗透比大气熏蒸时迅速。这样，便能缩短处理时间。

真空熏蒸只能在不漏气、并能承受减压的密闭室中进行。真空处理一览表通常要求熏蒸期间始终保持660毫米（26英吋）或380毫米（15英吋）的真空状态。真空度损失到低于要求水平以下，是使处理无效的原因。

用于真空熏蒸处理的熏蒸剂很有限，在植物检疫方面有环氧乙烷、氢氰酸、溴甲烷和丙烯腈。真空情况下，绝不能以任何形式使用磷代铝。磷代铝在大气减少情况下很不稳定，可能发生爆炸。

真空室既能用于常压熏蒸，也可用于真空熏蒸。在此情况下，造成局部50—250毫米的真空。靠外面的大气压力，确保屋门紧闭。

### 2. 熏蒸剂要求：

许多有毒化合物能充分挥发出有毒气体，但在植物检疫上只有几种是有用的。一种理想的熏蒸剂应能迅速产生高浓度的有毒气体，操作安全，对人畜低毒，亲和农产品，沸点低，不溶于水，吸收率低，易弥散，无残毒或很少。理想的熏蒸剂必须不致引起水果或蔬菜的内外部损害，诸如灼伤、凹痕、黑斑或褪色等；不应当妨碍水果或蔬菜的成熟度，不引起水果或蔬菜的软化；不延缓或刺激植物的生长，且不影响种子的萌发。理想的熏蒸剂不应引起水果、蔬菜、坚果及粮食变质或变味；不缩短农产品的贮藏寿命；不腐蚀金属或使材料及设备产生恶味。目前、尚无完全具备这些特性的熏蒸剂。

### 3. 气体的作用：

#### （1）扩散：

熏蒸密闭中，熏蒸剂与空气的混合叫扩散。熏蒸剂一旦汽化，必须迅速均匀地分布，使被熏蒸物体每一部分得到充分剂量以杀死害虫。某些熏蒸剂具有强烈的渗透性能，有助于迅速均匀分布。扩散缓慢的原因，可能由于熏蒸剂的特点，也可能因为处理材料的性质或条件。加速扩散可以靠辅助风扇或鼓风机产生的压力环流。除了在大量气体或真空处理情况下，当气体和空气均匀混合后，即可停止压力环流。

## (2) 汽化潜热:

汽化潜流,以大卡表示,是某种液体在其沸点转化为气体所需的热量。汽化潜热高的熏蒸剂,如氢氰酸、MB和EO,在大气压下是以液体形式贮藏于适当容器内,释放时,随着气体的迅速挥发,带来相应的热量损耗。如果释放速度过快,液体熏蒸剂将冻结在导管里不能释放。通过供应阀门控制液体释放速度,可以在一定程序上避免冻结。如液体由供应阀穿过导管时遇到困难,可对熏蒸剂进行加温。为此目的设计的一种挥发器详见第六章。

## (3) 沸点:

化合物的沸点是指其汽化时的温度。在室温内或低于室温时为气态的熏蒸剂,是以液体状态贮藏于坚固的金属圆筒或容器中的。这些低沸点的熏蒸剂如溴甲烷、环氧乙烷、氢氰酸等与大气接触时迅速汽化而逐渐扩散。

沸点高的熏蒸剂在常温下保持液体或固体形式。二溴乙烷具有高达131.5℃的沸点。其液体在常温下操作是安全的,直到液体被加热为止,都会发生毒气。当二溴乙烷挥发后,除非利用强制的循环,其扩散是缓慢的。

## (4) 比重:

熏蒸剂的比重,是指其作为气体时与空气相关的重量。空气的比重为1.0。用于植物检疫处理方面的大多数熏蒸剂的比重比空气重,当引入密闭空间后,熏蒸剂便难于扩散,如果没有风扇或鼓风机产生的环流帮助,熏蒸剂将趋于沉降。

## (5) 负载的影响:

应有组织地布置熏蒸堆,以便在商品容器间垂直地、层与层间水平地提供熏蒸剂的最适合的环流。木制平板条(横木)一般用来间隔,与空气移动方向平行安放,以减小空气穿流熏蒸堆的阻力。

负载下方的环流是必需的,以使所有的地方都得到熏蒸。固定熏蒸室在主室地板之上常用活动地板,以使气流透过熏蒸堆。另外,必须用合适的材料提供空间,例如用平板架在地板上托起农产品。

熏蒸程序要求限制熏蒸室内各处理堆的高度,以提供足够的环流,除非在处理程序一览表中指明了另外的情况。水果、蔬菜和植物在熏蒸室里的堆放限于该室容积的三分之二(66%)。其它农产品的堆放限于距离室内天花板0.3米(12英寸)范围内。

为了造成良好的空气环流,提出了各类帐篷熏蒸的负载极限。美国农业部对水果和蔬菜处理的负载大小有特殊的限制。

覆盖物下或熏蒸室中不规则的货物堆放,很可能影响环流,应该避免。在室内或临时密闭熏蒸大批量货物时,整个地板空间都应覆盖,货堆顶部尽量弄平。

## (6) 渗透和吸收:

一种熏蒸剂的效力,取决于其在空气中的气体量以及渗透力。吸收是指熏蒸过程中商品对熏蒸气体的吸收或保持。各类材料依其稠密度和疏松度不同,吸收值也不一样。同一种类的材料可能对某些熏蒸剂吸收多,而对另一些则吸收少。

对一种气体的吸收,同时包含着物理和化学过程。物理吸收包括气体在表面的凝聚(吸附作用)和由于材料的毛细管作用(吸收作用)形成的气体损失。气体的物理吸收与温度的变化呈反比,温度高吸收少,温度低吸收多。因此,低温要求剂量大,以保持高浓度能

杀死害虫。

化学吸收时，可能引起永久性残留，对食用产品是有害的。产品的熏蒸剂残留量，可用色层分析法准确地测定，以百万分浓度（ppm）表示，允许一定偏差。美国、澳大利亚和新西兰植物检疫当局公布的处理方案，都列有超过其允许的偏差极限。

如不适当通风，熏蒸后残留的水果、蔬菜、植物和粮食中的气体就可能是有害的。残留气体能继续作用，造成物理和化学的损害。解除吸收作用过程能导致有毒气体的释放，倘若不适当控制，对健康可能是有害的。因此，建议所有的检疫熏蒸处理都要迅速通风。

通常采用的方法是密闭熏蒸后立即利用风扇或鼓风机使材料通风，直到材料相对地解除了气体为止，通风后，材料应移出密闭室进一步通风。某些处理一览表在密闭熏蒸方面，要求利用辅助环流作特定时间的通风。

缺少辅助环流设备时，可以把处理材料放到通风的地方，利用自然空气流通加速通风。温度低时吸收作用最大，而高温时解除吸收作用会更迅速。只有当农产品解除熏蒸气体之后，才能把它们移到致冷的场所。

#### （7）昆虫毒性：

影响昆虫中毒作用的因子包括昆虫的呼吸率、温度、昆虫的敏感性，熏蒸剂的毒性以及昆虫的抗性。昆虫的中毒过程，因呼吸率及其它因子的不同，常是缓慢和非瞬间的。熏蒸效果缓慢可见于濒死的昆虫，它们看上去似乎活着，但已丧失身体机能的活力，它们可能短时间残存，但正常的机能如繁殖、飞行、消化等等将中止。其幼虫可能化蛹，但不能羽化为成虫。

杀死一种昆虫所需的熏蒸剂浓度，随温度的升高而减小。因为低温时昆虫呼吸缓慢，所以处理一览表很少指出4℃（40°F）以下的温度，因为低于这个温度，熏蒸剂是不能充分发挥效力的。

熏蒸前的温度可能影响熏蒸处理。当某一被感染的农产品处于低温时，昆虫的新陈代谢速度缓慢，即使农产品的温度已升高，熏蒸剂的吸入仍不可能大。利用较高温熏蒸时，应在处理前先将处理农产品放在该温度下12—18小时，再进行熏蒸。

熏蒸处理可能更难于杀死老龄昆虫及处于恶劣条件下的昆虫。因为它们活动较少，呼吸速度较幼小健康的昆虫慢。由于幼龄、有最适合的生活条件及有营养的食物，处于良好条件下的昆虫更为活跃，因而对熏蒸引起的中毒更为敏感。

由于气候的季节性变化，昆虫种群的敏感性也会发生变化。

对于一种熏蒸剂的反应，同一个种的不同虫态是很不相同的。

一种昆虫对某一特定毒剂的抗性，在植物或植物材料的检疫处理方面似乎不是难题。敏感性的变化和其它影响昆虫毒理学的因子，有时会令人吃惊地引出错误的结论，即将大多数不成功的处理归咎于这些原因，但调查结果常常表明是由于采用了不适当处理程序的结果。

## 第二节 熏蒸剂

1.二溴乙烷，EDB（1,2-dibromoethane），溴化乙烷（Ethylene bromide）

化学式： $\text{CH}_2\text{Br}\cdot\text{CH}_2\text{Br}$

#### (1) 特性：

二溴乙烷是一种无色、重型液体，类似氯仿气味，在无检验器时，稍低于规定浓度，也能迅速检定。二溴乙烷微溶于水，沸点 $131.6^\circ\text{C}$ ，化学性质稳定。不易燃烧。比重 $6.487$ ，因此二溴乙烷向下、向侧面扩散迅速，而向上扩散很慢。在 $10^\circ\text{C}$ 或低于 $10^\circ\text{C}$ 时，二溴乙烷开始结晶（冻结）。

#### (2) 使用：

二溴乙烷单独或与其它化学药品混合，广泛用作杀虫剂、杀线虫剂或杀线虫熏蒸剂，还可用作液体浸液或蘸液。在植物检疫方面，二溴乙烷是处理果蝇感染非常理想的一种熏蒸剂。用作检疫熏蒸剂的二溴乙烷的纯度必须是 $97-100\%$ 。纯二溴乙烷液体在 $23.9-26.1^\circ\text{C}$ 时比重为 $2.15-2.19$ ，在此幅度内，需用特殊的液体比重计。这是一种圆柱形比重计，带有一个加重的真空管，使用时按二溴乙烷液体移动末端相应的心柱刻度测定液体的比重。

由于二溴乙烷是重型的，在整个曝露期，要求不断的环流以保证良好的分布和有效的处理。熏蒸农产品的二溴乙烷解除吸收作用是缓慢的，可能需要几天时间。农产品应在通风良好的场所放置24小时，然后再冷却或投放市场。

#### (3) 对农产品的影响：

尽管一些品种存在差异，同意进口的农产品一般都要接受推荐一览表的处理。在大多数情况下，被推荐的处理一览表是允许进口农产品的最大限值。倘若超过剂量，气体不适当地环流或曝露期过长，则可能出现对水果或蔬菜的损坏，如灼伤、过度成熟、操作不当而加速损坏，出现病害或变味。大多数情况下，延长通风后不会发生变味。

超负荷、欠负荷或者不合理的堆放也会导致对某些农产品特别是柑桔的损坏。使用二溴乙烷看来对种子萌发有影响，但对种子内部的许多昆虫无影响（如鳄梨和芒果）。二溴乙烷对生长期的植物剧毒，但已被用来浸泡休眠的砧木，可防治某些土壤昆虫，而对植物无损害。

#### (4) 包装：

处理农产品可以装在条板箱（不超过 $70.5$ 升容积）里进行熏蒸。经过适当通风处理干燥的、不变形的硬纸板盒、最少有 $20$ 个 $0.6$ 厘米直径的等距离小孔的聚乙烯袋子（容量 $2.3$ 公斤）或按比例增加小孔的更大些的聚乙烯袋子也可以用作熏蒸处理。为便于在熏蒸室内适当堆放，网状的或聚乙烯的袋子应放入田间用的色装箱内。

#### (5) 剂量：

剂量多少取决于处理商品本身的温度，装载体积和货物量。推荐的方法是每第 $20$ 箱测定一个中心水果温度和一个外围水果的温度，每个点的 $5$ 个温度读数中的最低值，作为该点货物的果品内温度，分别平均每点，然后用两个平均值中较低的一个值来决定剂量比例。

液体二溴乙烷的测量用毫升（ml）表示。当剂量定为 $\text{g}/\text{m}^3$ 时，用 $13.05$ 相乘，便得出剂量 $\text{ml}/\text{m}^3$ 。二溴乙烷剂量的测定，要在一个加热的非铝的金属浅盘或搪瓷浅盘中进行，用电或丁烷气体加热（气体罐放在室外），直至液体完全蒸发。蒸发时间应不超过 $15$ 分钟。

#### (6) 熏蒸：

熏蒸要在经过特殊装备，专为使用二溴乙烷（见第五章）设计的熏蒸室中进行。尽管二溴乙烷已被成功地用于帐篷熏蒸，但它仅被推荐为临时措施，不作为常规方法。



### (7) 负载:

包装箱最好采用常规体积,以便熏蒸堆放和布置。包装箱应均匀地堆放在活动地板或托板上,箱与箱的间隙2.5—5厘米,箱子离墙7.5厘米。如果在海拔1220米以上熏蒸,这些间距还应加倍。

美国的处理一览表,剂量随货物的百分率而变化,极限为80%。每批货物的百分率由该批货物在室内的高度(而不是体积)来计算,例如,在一个3米高的熏蒸室中,80%的货物将达到2.4米的高度。然而在澳大利亚,则是由货物的体积来计算的,货物的体积被限制在熏蒸室体积的23—45%之间。

### (8) 毒性与安全:

二溴乙烷通过肺、皮肤和肠道被迅速吸收。对人的毒性比溴甲烷强,它能引起肺炎、造成肝、肾损伤。由于二溴乙烷是累积中毒,所以重复熏蒸期间,其药力可能是危险的,甚至用卤化物检测液也不易检出真浓度。

## 2. 环氧乙烷(EO或ETO)Ethylene oxide

CB = 10% 环氧乙烷和90% 的二氧化碳

分子式:  $(\text{CH}_2)_2\text{O}$

### (1) 特性:

环氧乙烷是一种极易挥发的无色液体。沸点10.7℃,气体比重1.521,极易溶于水,一般无腐蚀性。低浓度时具刺激性乙醚味,高浓度时有刺激性芥末味。环氧乙烷具有强烈的易燃性和爆炸性,空气中的燃烧极限为3—80%(按体积计)。在植物检疫上,大多数是与二氧化碳(10%环氧乙烷;90%的二氧化碳)混合使用,二氧化碳的作用是减小燃烧和爆炸危险。环氧乙烷还能与氟利昂混用,比例通常为12%:88%。环氧乙烷渗透力强,也具有好的分布性和持续性,在需要长时间的曝露期间,环氧乙烷可被逐渐吸收。

### (2) 使用:

环氧乙烷对昆虫和微生物群(microflora)有高效,用于医疗供给品和医疗设备的冷却消毒,同时也作为粮食杀菌剂,以防止食品及香料的损坏或感染。在植物检疫上,环氧乙烷用作大批量谷类及烟草昆虫的熏蒸剂,处理由蜗牛污染的非植物性货物和场地,以及处理其它气体可能腐蚀而损坏的高灵敏度电子设备。环氧乙烷还适用于种子和使种子活力降低的表面消毒。由于环氧乙烷对植物有毒,可能损害大多数种子的萌芽,所以不能用在活的植物材料和水果或蔬菜上。据报道,环氧乙烷在某些食物上能引起超标准残留,因此,不推荐使用低于12.8℃的熏蒸。

### (3) 熏蒸:

油布熏蒸一般照第五章概述的程序,附加一些限制条件。风扇必须是不发火花的,限用防爆鼓风机,供气钢瓶必须安全固定,以防止气体释放期间摇动,油布必须宽松地悬挂,允许大约25%的气体增加(轻微的膨胀是合乎需要的)。为防止过度膨胀,在气体开始释放时,必须从密封末端离气体释放最远处排放空气。这可以通过轻轻地抬起油布,直至发现熏蒸剂排出,然后再密封油布来完成。也可以利用一种特殊的排气管。熏蒸剂的释放必须距被熏蒸