

磷化氢 熏蒸杀虫技术

主编 王殿轩 曹阳

成都科技大学出版社

编写说明

目前,包括储粮害虫在内的储藏物害虫防治中,化学防治占有举足轻重的地位,在化学防治中熏蒸又是主要的杀虫手段。目前应用较多的储粮熏蒸杀虫的熏蒸剂当属磷化氢和溴甲烷。由于溴甲烷是一种臭氧层枯竭剂,1992年已被列入哥本哈根《关于消耗臭氧层蒙特利尔议定书》修正案的受控物质名单中,并要求在21世纪初期彻底禁用,因而,磷化氢的使用显得越来越重要。据多数专家估计,不论是在我国,还是在全世界,磷化氢在目前和以后相当长的时期内在熏蒸杀虫方面仍会占有主要地位。

磷化氢自其问世以来,为有效地防治储藏物害虫起到了相当重要的作用。但由于许多使用者在思想和认识上的盲目性和不足,在使用方法上的科学性不够,导致许多地方的储藏物害虫对磷化氢产生了抗性,有的甚至已发展到了相当严重的水平。为了减轻和延缓储藏物害虫对磷化氢的抗性,使磷化氢这一目前赖以使用的熏蒸剂的使用寿命得以延长;为了目前和今后的储藏物害虫能得到有效的防治,使磷化氢杀虫剂能得到更科学、合理、安全、经济的应用,作者分析、总结、综合了近年来国内外有关磷化氢的科研论文、报告和应用情况,并结合作者自己的科研、教学和实践经验编写了《磷化氢熏蒸杀虫技术》一书。

本书的内容主要有熏蒸的基础理论、磷化氢作为熏蒸剂的特性、影响磷化氢杀虫效果的因素、磷化氢的熏蒸技术、磷化氢熏蒸应用实例和熏蒸中的密封技术等。是一本面向我国广大仓储工作者的理论与实践相结合的专业技术书籍。可作为大专院校的教科书和仓储管理与决策者的参考书,也可作为储粮害虫防治工作者

的培训教材。

本书由郑州粮食学院粮油储藏系具有多年粮食储藏与储藏物害虫防治教学、科研和实践经验的几位副教授,以及几位从事粮食储藏工作的工程师合力编写。由王殿轩、曹阳任主编,赵英杰、张来林、徐锦亮、李素梅、李森、尚恒志任副主编。具体内容编写为:第一章由王殿轩编写;第二章由王殿轩、曹阳编写;第三章由张来林、徐锦亮编写;第四章和附录由李素梅、李森、尚恒志编写;第五章由赵英杰编写。全书由王殿轩总纂,郑州粮食学院陆安邦、姜永嘉教授主审。

本书在编写过程中,得到国内外许多专家、学者与仓储工作者的支持和帮助,尤其是梁权、王佩祥、刘新江、吴子丹、程传秀、李同蕙、李福君、陈玉忠、卜春海、张秀明、丛林、王慎宽、田华、刘孟元、王亚南、郭清利、马玉海、熊鹤鸣、宋伟、张贤威、姜锡东、郝令军、牛国均、胡心宽、李国长、孙小平、侯均、茹希海等专家和同行提出了许多具体的宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促、水平所限,书中难免出现问题和错误,恳请同行专家和广大读者批评指正或提出修改意见。

作 者

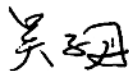
1998年10月10日

序

《磷化氢熏蒸杀虫技术》一书是在科教兴国战略思想的指引下,由郑州粮食学院储藏系具有粮食储藏与储藏物害虫防治教学、科研和实践多年经验的王殿轩、曹阳、赵英杰、张来林几位副教授,以及几位从事粮食储藏工作的工程师合力编写而成。

该书包括磷化氢熏蒸的基础理论和较全面而详细的应用技术,同时还推荐了一些具有代表性的、典型的、能较好地说明问题的应用实例,并对实例中的问题和要点进行了认真分析和讨论。该书有较高的理论水平,不仅可作为储藏物害虫防治理论研究者 and 大专院校教学的重要参考书,而且还对熏蒸杀虫工作者的实际操作具有借鉴和指导作用,也可作为广大保粮人员理论学习、业务实践的工具书和业务培训教材。

随着我国农业生产的发展,粮食产量不断登上新的台阶。在人民生活水平继续得到提高的同时,也给我们广大粮食仓储工作者提出了新的要求。如何减少粮食产后损失?如何保障人民身体健康?如何提高粮食仓储业的效益?解决好这些课题是我们的责任和义务。我相信,王殿轩副教授等几位专家、学者的这一力作,将对我国储粮虫害防治技术的进步起到良好的推动作用。



1998年10月24日

目 录

第一章 熏蒸的基础理论.....	(1)
第一节 熏蒸剂.....	(1)
第二节 影响熏蒸杀虫效果的因素	(10)
第三节 熏蒸的一般过程	(27)
✓ 第四节 安全防护	(35)
第二章 磷化氢	(45)
第一节 磷化氢作为熏蒸剂的特性	(45)
第二节 磷化氢对害虫的毒力和药效	(56)
第三节 害虫对磷化氢的抗药性	(78)
✓ 第四节 磷化氢的应用.....	(108)
第五节 磷化氢发生物.....	(118)
第三章 磷化氢(磷化铝)熏蒸技术.....	(131)
第一节 磷化氢熏蒸技术原理.....	(132)
第二节 磷化铝熏蒸技术.....	(145)
第三节 钢瓶装磷化氢和二氧化碳混合气体 熏蒸技术.....	(157)
第四节 磷化铝施药器械.....	(166)
第四章 磷化氢熏蒸应用实例.....	(180)
第一节 立筒仓的熏蒸.....	(180)
第二节 房式仓的熏蒸.....	(221)
第三节 露天储粮的熏蒸.....	(256)
第四节 其它场所的熏蒸.....	(262)
第五章 熏蒸中的密封技术.....	(274)

第一节	密封的意义与现状·····	(274)
第二节	熏蒸中常用的密封材料·····	(280)
第三节	筒仓的密封·····	(292)
第四节	房式仓的密封·····	(296)
第五节	露天储粮的密封·····	(307)
第六节	其它储粮场所的密封·····	(313)
第六章	附录·····	(316)
第一节	FAO 植物保护公告“推荐用于确定和检测农业害虫对杀虫剂抗药性的方法”(摘录)·····	(316)
第二节	熏蒸盖布(薄膜)的有效利用·····	(326)
第三节	浓度-时间(Ct)值的计算·····	(328)
第四节	测定熏蒸设施气密性的方法·····	(332)
第五节	磷化氢的卫生标准和有关规定(节录)·····	(336)
第六节	气体钢瓶的储存运输方法·····	(341)
第七节	二氧化碳性能及应用简介·····	(343)

第一章 熏蒸的基础理论

第一节 熏蒸剂

一、熏蒸剂的发展概况

用熏蒸剂熏蒸粮食可以在不搬动粮食的情况下,收到消除及控制害虫的目的。进行储粮熏蒸杀虫有时甚至不需专门的设备、电力或人力等,通常是最经济最有效的方法。早在公元前 21 世纪的西周时期,我国已用牡鞠、嘉草、莽草等植物杀虫剂熏杀粮食害虫。1854 年法国最早使用二硫化碳熏蒸防治谷象,并发现其对米扁虫具有杀灭力,以后逐渐产生了三四十种熏蒸剂。

1. 理想的熏蒸剂应具有的主要性能

- (1) 对害虫的杀灭效果要好,对人及高等动物的毒性要低;
- (2) 在熏蒸对象上的残留低;
- (3) 价格低廉,易于运输、储存、管理,使用操作简便;
- (4) 对金属及织物无害,不燃爆,不水溶;
- (5) 扩散性和钻透性好,易于气化等。

2. 熏蒸剂的不良性能

至今,已发现许多熏蒸剂在使用中或者使用后,存在这样或那样的不良性能而被取消或限制使用,这些不良性能主要包括:

- (1) 具有腐蚀性的气体侵蚀仓房结构或仓储器材;
- (2) 反应性的物质形成不可逆的化合物,从而造成残毒或污染,或出现可见的污斑,或产生难闻的气味;

- (3) 具有生理活性的化合物对植物或种子造成药害；
- (4) 因化学不稳定性极易失火、爆炸而不易操作使用；
- (5) 对人或高等动物有不可避免或不能容忍的毒性等。

3. 熏蒸剂简介

曾应用较多的防治害虫的熏蒸剂简介如下：

(1) 丙烯腈

分子式为 $\text{CH}_2=\text{CHCN}$ ，分子量 53.06，沸点 77°C 。

用于处理烟草和植物产品，也作局部熏蒸处理。伤害生长植物、鲜水果和蔬菜，对人有非常大的毒性，刺激皮肤和眼睛。有迹象表明，丙烯腈与长期接触这种毒剂的工人患某种癌症有关系。

(2) 甲酸乙酯

分子式为 HCOOC_2H_5 ，分子量 74.05，沸点 54.0°C 。

施用于单个的干果包。杀虫时用药量 $300\text{ g/m}^3 \sim 400\text{ g/m}^3$ ，残留极限小于 250 ppm。也被用于合成药品的媒介，可作为合成香料、树脂等的添加物。

(3) 氢氰酸

通用熏蒸剂，分子式为 HCN ，分子量 27.03，沸点 26°C 。

氢氰酸在水中的溶解度很高，会给水分大的物品带来损害，溶于水后为一种稀酸。这种酸不仅会使被处理的物品变得难吃，人食用后可能有危险，而且它还有引起烧伤、枯萎或褪色等作用。对人和高等动物是一种烈性速效毒药，可能对植物造成药害。用于种子安全，但不推荐用于鲜果和蔬菜。常压下吸附能力很强，对一些物品的钻透力不强。

1877 年开始用作熏蒸剂，1886 年美国加利福尼亚州发明在帐篷下用氢氰酸熏蒸树木防治介壳虫。为 50 年代我国应用的主要熏蒸剂。

(4) 溴甲烷

通用熏蒸剂，分子式为 CH_3Br ，沸点 3.6°C ，分子量 94.95。

对苗木、生长的植物、某些水分少的水果种子要慎用,不宜多次熏蒸花生。

溴甲烷不宜处理以下物品:用硫代硫酸钠作稳定剂的、用碘处理过的盐;某些小苏打或含有可能和溴甲烷起反应的硫化物的其它食品;全脂大豆粉;海绵橡胶、泡沫橡胶、再生橡胶;皮革制品,特别是用硫法鞣制的山羊皮和其它皮革制品;毛织品,尤其是安哥拉山羊毛;用二硫化碳方法制成的粘胶纤维;用硫化法处理的纸和银抛光纸;摄影药品;乙烯树脂和赛璐玢等等。

溴甲烷还可作为消毒剂,杀细菌和真菌的有效性大约是环氧乙烷的 $1/10$ 。1932 年在法国开始应用,1985 年意大利已开始禁用包括溴甲烷在内的液体熏蒸剂。国际社会已于 1992 年将溴甲烷列为大气臭氧层枯竭剂,对大气中的臭氧层有破坏作用,如以致冷剂含氟氯烃对臭氧的破坏能力为 1,溴甲烷的破坏能力则达 0.7。

(5) 甲酸甲酯

分子式为 HCOOCH_3 ,分子量 63.03,沸点 31.0°C 。

通常与二氧化碳混用,从前用于谷类,现主要用于储藏的皮毛。

(6) 磷化氢

用作谷物及其加工品等的熏蒸剂,分子式为 PH_3 ,分子量 34.04,沸点 -87.5°C 。1936 年以来,为世界上广泛应用的熏蒸剂,60 年代初我国开始应用(详见下文)。

(7) 硫酰氟

分子式为 SO_2F_2 ,分子量 102.6,沸点 -55.2°C 。

用于防治建筑物、木材内的白蚁,在含有高蛋白质和脂类的物质上,如肉和乳酪中可有较高的残留,而目前尚未制定出残留标准,因此暂缓用于粮食和食品熏蒸。哺乳动物吸入硫酰氟时,毒性相当于溴甲烷。

(8) 三氯乙烯

分子式为 $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$, 分子量 31.4, 沸点 86.7°C 。

三氯乙烯用作谷物熏蒸剂的不可燃成分, 有时单独使用。

(9) 二溴乙烷

通用熏蒸剂, 又名二溴化乙烯, 代号 EDB。分子式为 $\text{CH}_2\text{Br} \cdot \text{CH}_2\text{Br}$, 分子量 187.88, 沸点 131.6°C 。

二溴乙烷对人的毒性比溴甲烷大, 可以通过呼吸道和皮肤被吸收。由于其沸点高, 挥发性相对低, 对物品的钻透能力差, 且熏蒸过的物品不易散气。1973 年已发现二溴乙烷对实验动物有致癌作用, 被列为对人致癌物质。1984 年 12 月原中华人民共和国商业部等八个单位联合发出通知, 禁止生产、进口、销售和使用二溴乙烷。

(10) 二硫化碳

分子式为 CS_2 , 分子量 76.13, 沸点 46.3°C 。

用于处理谷物, 易燃烧或爆炸。法国 1869 年用它来防治葡萄根瘤蚜, 是应用昆虫学历史上的一个里程碑。

(11) 四氯化碳

代号 CT, 分子式为 CCl_4 , 分子量 153.84, 沸点 76.8°C 。

只有弱杀虫性, 主要与易燃化合物混合用于熏蒸谷物。对人的毒性极大, 可损害肝脏。

(12) 氯化苦

又名三氯硝基甲烷或硝基氯仿。分子式为 CCl_3NO_2 , 分子量 164.39, 沸点 112°C 。

处理谷物和植物产品。不可熏蒸成品粮、花生仁、芝麻、棉籽、种子粮(安全水分以内的豆类除外)和发芽用大麦。由于不易散气, 地下仓不宜使用此熏蒸剂进行熏蒸。熏蒸温度最好在 20°C 以上。为有高度刺激性的催泪毒剂, 可以很小比例加入其它熏蒸剂充当报警剂。具杀菌和杀真菌性。对金属有腐蚀作用, 应注意金属表面和设备的保护。可强烈刺激眼睛, 会造成肺损伤。认为与被熏蒸物品的反应生成物的残留会有无机硝酸盐和亚硝酸胺, 可能有致癌作

用。

1917 年法国首先使用,1934 年日本开始禁止用于米谷中,其原因就是其化学结构中有亚硝基,可能有致癌作用。

(13) 敌敌畏

学名二甲基 2,2-二氯乙烯基磷酸酯,代号 DDVP。分子式为 $\text{Cl}_2\text{CH=CHO} \cdot \text{PO}(\text{OCH}_3)_2$,分子量 221,沸点 120°C (在 1867 Pa 的压力下测定)。

处理建筑物暴露空间内的害虫,作为空仓杀虫和实仓杀死表面害虫的药剂,钻透力很差。敌敌畏对哺乳动物的毒性是能抑制胆碱酯酶,其毒性解除很快,但被敌敌畏抑制的害虫的胆碱酯酶不容易复活,因此害虫对 DDVP 的中毒是不能解除的。

(14) 二氧化硫

分子式为 SO_2 ,分子量 64。

已知最早的熏蒸剂,从远古以来,人们就一直通过燃烧硫来利用二氧化硫。对害虫毒效大,对人有强烈刺激的作用,对谷物和面粉有不良影响,对金属腐蚀性很大。

(15) 二氯乙烷

代号 EDC,分子式为 $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$,分子量 98.97,沸点 83.5°C 。

处理种子和谷类,由于能溶于脂肪,不宜熏蒸含油量高的谷类和食品。其蒸汽和液体均易燃,通常与四氯化碳混用。单次过量接触会造成肝、肾损伤,高剂量的接触会引发老鼠肿瘤。1926 年开始应用,现许多国家已禁止使用。

(16) 环氧乙烷

又名氧化乙烯,代号 ETO,分子式为 $(\text{CH}_2)_2\text{O}$,分子量 44.05,沸点 10.7°C 。

处理谷类、杂粮和某些植物产品,广泛用于低温消毒医疗用品和仪器,以及食品和调料的防腐。实用浓度对许多细菌、真菌和病

毒具有毒杀作用,对植物有剧毒,影响种子发芽。极易燃烧,常和二氧化碳等气体配合使用。环氧乙烷有烷基化和诱发突变的特性,对人有潜在的致癌作用。对害虫的毒力大约属于中等程度。

从上述的许多熏蒸剂来看,事实上它们确实显示出了一种或一种以上的不良性质。这个事实说明,人们迄今尚未找到理想的熏蒸剂,而且十之八九永远也找不到理想的熏蒸剂。一些国家目前有四种有效而获准使用的熏蒸剂,即磷化氢、溴甲烷、二氧化碳和氢氰酸。1991年7月,我国商业部下文重申了用于储粮害虫防治的各类化学药剂,除《粮油储藏技术规范》规定的以外,使用其它药剂均须报商业部批准。在《粮油储藏技术规范》中规定的熏蒸剂包括了磷化氢(其发生物为磷化铝片剂、丸剂、粉剂和磷化锌)、氯化苦、溴甲烷、敌敌畏等。

在上述的几种熏蒸剂中,它们的应用前景也不容乐观。

溴甲烷已有许多关于其对大气臭氧层有破坏作用的报告或报道,其对大气臭氧层的破坏能力 ODP(Ozone Depletion Potential) 为 0.7,美国的净化空气法案要求 ODP 大于 0.2 的物质不能被使用,有 120 个国家参加的蒙特利尔协议也提出了相似的要求,呼吁限制和淘汰溴甲烷的应用。

二氧化碳被认为是无残留的熏蒸剂,用其进行熏蒸需要在气密性较好的环境中进行,这就意味着目前我国适用于二氧化碳熏蒸的仓房条件大多尚不具备,其应用受到很大限制。

氢氰酸在我国 50 年代就曾大量应用,后来被磷化氢取代。

氯化苦由于其自身的一些不良特性和潜在的致癌作用,已不再被大量应用。

敌敌畏则由于其钻透能力差,仅用于表面和空仓器材等杀虫。

因此,相比较而言,磷化氢仍不失为是目前和以后一定时期内防治储藏物害虫的不可替代的主要杀虫剂。

但磷化氢自其问世以来,由于应用者的盲目使用和滥用,在应

用技术方法上的不科学、不合理,以致许多害虫对磷化氢产生了(有的是相当严重的)抗药性,磷化氢作为熏蒸杀虫剂面临着严峻的挑战和危机。从发展的角度看,保护磷化氢这一目前赖以使用的杀虫剂,使之免遭杀虫彻底失败之命运,避免或延缓害虫对磷化氢抗药性的产生和发展,开展磷化氢的应用技术研究势在必行。磷化氢的应用技术目前较为有效而又可行的有仓外投药磷化氢和二氧化碳混合熏蒸、利用钢瓶装磷化氢和二氧化碳混合熏蒸、延长暴露时间连续熏蒸、间歇投药熏蒸、缓释熏蒸等。有的专家认为,目前人们对磷化氢的研究还处在发展中。在以后的磷化氢熏蒸杀虫应用中,从思想上提高对磷化氢杀虫的科学认识,在一定程度上比了解具体的使用技术更重要。

利用磷化氢熏蒸防治储藏物害虫虽然已有近四十年的历史,但由于现在还没有发现比其更具优越性的可以取代它的新品种,在目前和今后的一定时期内,它仍将是人类防治储藏物害虫的最重要最常用的手段之一。特别应指出,在未来熏蒸剂开发和发展可能十分缓慢的情况下,抗性问题的出现是对将来害虫防治工作的严重威胁。在今后的害虫防治熏蒸杀虫中,应把近期的防治措施和长期的防治策略相结合,以考虑相应的处理措施,避免熏蒸工作中的盲目性。

二、选择熏蒸剂时应考虑的因素

在具备熏蒸条件的环境中采取熏蒸措施时,正确选择熏蒸剂是至关重要的。选择熏蒸剂将取决于以下几项指标的综合评估,包括:熏蒸总时间、熏蒸的对象、熏蒸处理费用、对非熏蒸对象的影响、熏蒸的外围环境、市场的要求与残留极限等。

1. 熏蒸总时间

一般来说,确定完成一次成功熏蒸所需时间包括以下三个方面:

(1) 在熏蒸中采用自然或辅助手段,使熏蒸剂均匀分配所需的时间;

(2) 熏蒸剂在粮堆的均匀分布后所需保持密闭的时间;

(3) 密闭熏蒸结束后,从粮堆中清除熏蒸剂所需要的时间。

这三段时间都会因熏蒸剂的不同、应用及分配方法的不同等而发生变化。如溴甲烷是以气液混合状态施入密闭环境的,它在密闭环境中的均匀分配较快,而采用潮解法应用磷化铝时,由于片剂释放磷化氢时间滞后,磷化氢气体在粮堆中均匀分布时间会长一些。如果要求熏蒸的有效处理时间较短,只有选择溴甲烷等可以提高浓度缩短处理时间的熏蒸剂,对于磷化氢、二氧化碳这些在一般情况下需要长时间密闭的熏蒸剂则不适用。再如,以溴甲烷等处理时,因其易被粮食吸附而需延长通风解吸时间,在熏蒸时间上应将其考虑在内。

2. 熏蒸对象

选择熏蒸剂最主要的是要考虑其对熏蒸对象的影响。大多数情况下,粮食是用于人们食用的,熏蒸剂又可与熏蒸对象反应生成有害于人体的残留物质。例如,不宜用溴甲烷熏蒸花生,不可用氯化苦处理成品粮等,磷化氢适用的熏蒸对象则要广泛一些(见第二章第四节)。无论选择何种熏蒸剂,在应用对象和剂量选择上都要考虑其最高允许残留极限。在选择熏蒸剂时还要考虑熏蒸剂对熏蒸对象可能造成的药害,如影响种子发芽率、种子活力、休眠;影响感观质量和加工质量;影响食品的质量,产生不良味道和污斑,影响霉菌的生长和真菌毒素形成,等等。另一方面,熏蒸对象对熏蒸剂的吸着也会影响到熏蒸剂在密闭环境内的有效气体浓度,从而影响到熏蒸效果。熏蒸散气后,有的熏蒸剂会在熏蒸对象中存在较长时间。

3. 熏蒸处理费用

评价熏蒸费用时应考虑以下几方面的问题:

(1) 获得适宜熏蒸场所的费用

由于熏蒸需要一定的密闭环境,对于储藏用仓房应从基建上入手,尽量提高仓房的气密性,以达到一次投资长期受益之目的。如果仓房气密性不好,就不宜直接使用像磷化氢、二氧化碳这些需要长期密闭的熏蒸剂或应用这些熏蒸剂则要较大的单次熏蒸密闭费用,其操作过程也要复杂麻烦得多。

(2) 施药、熏蒸、放气、环境保护及人员开支

如磷化铝常规熏蒸投药时仅需人员开支,但每次熏蒸施药、清渣等则需组织较多的人力进行,且用药量一般都比较。而采用仓外投药熏蒸等,可以大大减少操作人员及费用开支,但需增加仓外投药器及其配套器具的开支,这都需要根据总作业量、经济投入情况、熏蒸处理的目的等情况综合考虑。

(3) 药剂或剂型的价格

不同化学成分或剂型的熏蒸剂受生产加工成本、地区资源条件等因素的影响,应用价格差异甚大,应视具体情况进行选择。

(4) 延长熏蒸或通风时间的相应费用

如进出口货物或其它商贸物品因熏蒸周期延长,可能会增加货物滞留时间或压车、压船而造成费用上的开支。

(5) 空钢瓶或容器的返回及处理费用

如用钢瓶装溴甲烷或二氧化碳处理时,以及使用钢瓶装磷化氢和二氧化碳气体时都将涉及到钢瓶押金、租赁、运输等费用,这些也应考虑在熏蒸处理费用之内。

(6) 其它设备的开支

一些特殊设备如汽化器、液化气体减压器、导引气体的导气管等也会占有一定的经济开支。

4. 对非熏蒸对象的影响

在有些情况下,所选择的熏蒸剂可能与密闭环境的其它材料发生化学反应。例如,磷化氢对铜的腐蚀会对铜质测温器材构成威

胁;溴甲烷对天然橡胶和其它含硫化合物发生作用,以及对铝发生作用;二氧化碳对新的水泥墙面发生化学反应等。

5. 熏蒸外围环境因素

选择熏蒸剂也考虑处理场所的外围环境因素的影响,如:熏蒸处理场所周围是否允许排放熏蒸尾气,尤其是毗邻办公室、居民区的场所;在熏蒸期间是否影响外围场所的正常工作;货物储存的期限等等。

6. 市场要求

不同国家或地区在熏蒸处理储藏物品防治害虫时,要求使用的熏蒸剂种类、剂量,以及使用后的药剂残留要求有时会有所不同。对农产品出口国来说,要受到进口国的限制。如某些贸易合同或某些国家的检疫法要求进口的农产品要用指定的熏蒸剂处理。因此,要特别注意熏蒸剂的选择及应用剂量和残留限度等。

第二节 影响熏蒸杀虫效果的因素

在熏蒸过程中,影响熏蒸效果的因素很多,主要包括以下几方面,即熏蒸剂的有关性质对熏蒸效果的影响;害虫本身状况对药剂的忍耐力会影响杀虫效果;环境因素包括密闭环境内部和外界因素均会在很大程度上影响到熏蒸处理的效果。

一、熏蒸剂的有关性质对药效的影响

1. 熏蒸剂的物理性质与药效的关系

(1) 熏蒸剂的挥发性与药效的关系

液体或固体熏蒸剂经过蒸发、升华、或化学作用转化为蒸气或气体的性能,叫熏蒸剂的挥发性。挥发性能好的熏蒸剂施入密闭环境中后,在空气中易达到有效浓度,杀虫效果会好。熏蒸剂的挥发性取决于其沸点,沸点低的熏蒸剂挥发性好,沸点高的熏蒸剂则挥

发性差。液体的沸点除了熏蒸剂本身的物理性质外,还受外界压力的影响,外压高,沸点高;外压低,沸点低。在同一气压下,沸点低的药剂易于气化。如在 101.332×10^3 Pa 压力下,溴甲烷的沸点为 3.6°C ,氯化苦的沸点为 112°C 。实际上,溴甲烷的挥发性能确实比氯化苦强得多。所以在应用中要求的粮食最低平均温度对溴甲烷是 6°C 以上,氯化苦为 15°C 以上,低于上述温度熏蒸效果会大大降低。

熏蒸剂的挥发性也与环境温度有关。一般说来,环境温度愈高,熏蒸剂的蒸气压也就愈高,挥发性也就愈大。在实际应用中,对不同熏蒸剂提出不同的最低温度要求,也是为了保证熏蒸杀虫的效果。

熏蒸剂的挥发状况还与其在空间暴露的表面积有关。同体积的液体,表面积越大,其挥发速度也就越快。生产实践中常采用增大挥发面积的办法辅助提高熏蒸效果,如敌敌畏挂布条法等。

熏蒸剂的挥发性常用饱和蒸气压(简称蒸气压)表示。液体蒸气压的大小随温度的变化而变化,这是由气、液动态平衡决定的。温度升高,蒸气压增大,其挥发性也增强。熏蒸剂的挥发性还可用挥发度表示,挥发度又称为蒸气饱和度,是指熏蒸剂在单位容积内气体的重量。在不同温度下,熏蒸剂有不同的挥发度(见表 1-1)。熏蒸剂对储粮害虫的有效致死浓度都低于其在常压下的挥发度。

表 1-1 几种熏蒸剂在不同温度下的挥发度(g/m^3)

种 类	沸点	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
氯化苦	112.0	1010.9	1207.2	1430.8	1740.9	2096.3
敌敌畏	120 *	0.08	0.13	0.21	0.32	0.48
磷化氢	-87.4	1435.5	1411.0	1378.4	1364.5	1342.8
溴甲烷	3.6	4008.6	3940.2	3874.1	3810.1	3748.3

* 在 1867 Pa 的压力下测定

(2) 熏蒸剂的扩散性与药效的关系