

# 蔬菜大棚常用土壤消毒剂

翟建华, 曹晓妹, 王 蓓, 刘向欣

(河北科技大学 化学与制药工程学院, 河北 石家庄 050018)

**摘要:** 对蔬菜大棚常用的几种土壤消毒药剂的性能、使用方法、应用领域、消毒机理及各自的特点进行了阐述。介绍了几种可以取代溴甲烷的土壤消毒剂, 指出了今后用于蔬菜大棚的土壤消毒剂的发展趋势。今后土壤消毒剂的开发应朝着安全、高效、环境友好、使用方便的方向发展, 以适应不同农业种植的各种要求。

**关键词:** 蔬菜大棚; 土壤消毒剂; 溴甲烷; 威百亩; 异硫氰酸烯丙酯

**中图分类号:** S 472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)01-0126-04

土传病害一直被植物界认为最难根治的常见病害之一, 该病害主要与土壤所处的局部温度和湿度等因素有关, 并受耕作和管理方式的影响。恒温、恒湿、长年连作的蔬菜大棚更易发生土传病害, 且对农作物的产量和质量有很大影响。近年来随着大棚茄子、西瓜、黄瓜、甜瓜等高效作物栽培面积的不断扩大, 由于轮作倒茬困难, 致使土传病原菌逐年积累, 多种作物患有枯萎病、黄萎病等土传根部病害。常见蔬菜大棚的土传疾病有: 苗期猝倒病、立枯病、瓜类枯萎病、线虫病、根腐病等。

土传病害的主要防治办法有: 实行轮作; 深翻、曝晒、风化土壤; 高温闷棚; 石灰消毒; 瓜类嫁接; 沟灌、滴灌、喷灌; 营养钵育苗; 土壤消毒; 采用合理的施药方法; 选用针对性强、高效、低毒的药剂防治等<sup>[1]</sup>。其中选用高效低毒的生物化学药剂对土壤进行消毒是一种简单有效且便于实施的防治措施。土壤消毒剂对多种土传病原菌有较强的定位杀灭作用, 其主要杀菌方式为药液触杀和气体熏蒸, 可用于大棚及田间的土壤消毒、粪肥及苗床土消毒、保护地空棚消毒以及作物定植后灌根防病<sup>[2]</sup>。

目前大棚蔬菜常用的土壤消毒剂主要有: 溴甲烷、斯美地水剂、必速灭颗粒等。按土壤消毒剂的物理存在形态通常可以将消毒剂分为气态药剂、液态药剂、固体颗粒药剂三大类。针对常用的几种高效土壤消毒剂, 分别就其理化性质、消毒机理、应用范围、使用方法及优缺点论述如下。

## 1 气态药剂

### 1.1 溴甲烷

溴甲烷(methyl bromide)是一种高毒, 无色, 无味的

低沸点透明液体, 当温度高于 3.5℃时, 可蒸发为比空气重 3 倍的蒸汽, 该气体具有极强的扩散性和渗透性, 很容易渗入疏松土壤中杀死其中的多种病原菌包括: 细菌、真菌、线虫、地下虫及杂草种子。自 20 世纪 40 年代以来, 溴甲烷一直是世界上使用最广泛的熏蒸剂。1994 年以色列死海溴化物集团, 将溴甲烷的使用技术引进中国, 目前在我国应用非常普遍。

其使用方法是: 在密闭薄膜下, 使用溴甲烷 50 g/m<sup>2</sup> 对土壤熏蒸 2 d, 揭膜透气 7 d 后播种即可。其主要优点是: 使用安全, 操作简便, 易于掌握, 药物渗透性强、消毒彻底, 性质稳定, 在土壤中吸附度低, 易于解吸, 熏蒸后散毒快等。但溴甲烷是一种显著的消耗臭氧层物质, 根据《蒙特利尔议定书哥本哈根修正案》, 发达国家应于 2005 年、发展中国家应于 2015 年全面淘汰溴甲烷, 并完全禁止溴甲烷的使用<sup>[3]</sup>。为此, 各国都在寻找溴甲烷替代品。

### 1.2 硫酰氟

硫酰氟(sulfury fluoride)是一种无色无臭气体, 沸点-55.4℃, 熔点-137.7℃。其液态商品“熏灭净”的自然蒸汽压很大, -50℃时蒸汽压约为 400℃时溴甲烷的 3 倍, 100℃时为 1.2 MPa, 250℃时为 1.8 MPa, 因此易于扩散和渗透, 其渗透扩散能力是溴甲烷的 5~9 倍<sup>[4]</sup>。硫酰氟更易于解吸, 一般熏蒸后散气 8~12 h 后就难以检测到药剂了。无腐蚀, 不燃不爆, 毒性中等, 其毒性仅为溴甲烷的 1/3, 一直用于仓库熏蒸和建筑物空间熏蒸等。

硫酰氟采用分布带施药法, 与溴甲烷的使用方法基本一致。由于它具有蒸汽压大, 穿透性强的特点, 即使冬天也不用像溴甲烷那样建立小拱棚或采用“热法”烘药<sup>[6]</sup>。但也存在大罐包装不便、毒性相对较强等缺点, 适用于封闭空间的气态熏蒸。目前硫酰氟在产品储存消毒方面使用较为广泛, 在土壤熏蒸消毒领域的效果尚处在试验阶段, 曹勤程等以实验比较的方式确定了硫酰

第一作者简介: 翟建华(1964), 男, 教授, 主要从事绿色能源及精细化工产品开发和现代分离技术研究工作。

收稿日期: 2008-10-12

氟对土壤根结线虫和土壤真菌如镰刀菌都有很好的防治效果, 是一种潜在的溴甲烷替代品<sup>[5]</sup>。

## 2 液态药剂

### 2.1 斯美地水剂、线克水剂(有效成分威百亩)

斯美地水剂与线克水剂主要消毒成分是威百亩(Metam sodium), 即甲基二硫代氨基甲酸钠, 分子式:  $C_2H_4NaS_2$ , 分子量: 129.2。作为一种广谱性土壤熏蒸剂, 威百亩已有很长的应用历史, 其作用机理是: 当药液与水混合后, 能够迅速生成一种对生物具有毒害作用的化学气体—异硫氰酸甲酯, 这种有毒气体在适当的土壤环境条件下, 能够彻底杀死细菌、真菌、地下害虫、杂草和线虫。它特别适用于大棚草莓、西瓜、甜瓜、甜椒、辣椒、茄子、马铃薯苗床等蔬菜种植的土壤消毒使用<sup>[7]</sup>, 可有效防治黄瓜枯萎病、辣椒疫病、线虫病等, 并能杀死蛴螬、蠕虫、蛭蟥、蚂蚁、甲虫、白蚁等土壤害虫和多年及1 a生杂草。目前威百亩在我国的蔬菜病虫害防治方面已经得到广泛应用, 并开发生产出不同浓度的剂型, 由于其使用成本较之其它土壤消毒剂更为低廉, 具有广阔的发展前景。

斯美地水剂与线克水剂的一般使用方法是: 将药液均匀喷洒在整理好后的土壤上面, 并湿透3 cm以上, 用薄膜覆盖, 10 d后揭膜, 充分挥发5~7 d后播种<sup>[8]</sup>。其主要特点是: 与溴甲烷相比较, 有价格更便宜、使用方法更简单、低毒、安全等优点。但其存在药效不稳定, 易渗漏的缺点。

威百亩是美国目前使用最多的土壤熏蒸剂, 但是其产生的异硫氰酸甲酯是一种具有强烈毒性和挥发性的气体, 释放到大气中对环境存在安全隐患。因此针对威百亩的最新研究都是以控制异硫氰酸甲酯的在大气中安全释放量, 减少对环境的污染。其中以地表水封闭结合威百亩在地下使用的方法来控制异硫氰酸甲酯气体残留释放是一种有效方法<sup>[9]</sup>。

### 2.2 氯化苦

氯化苦(Chloropicrin)其有效成分为硝基三氯甲烷, 分子式:  $CCl_3NO_2$ , 纯品为无色油状液体, 具有强刺激性气味和催泪效果, 粗制品是浅黄色类似重油的液体, 熔点-64℃, 沸点112.4℃, 蒸气压3.2 KP(25℃), 蒸气密度是空气的4.67倍, 常温下在空气中能挥发成气体。在土壤中渗透性强, 扩散深度可达70~100 cm, 氯化苦药剂进入生物体组织后, 能生成强酸性物质, 使细胞肿胀腐烂, 还可使细胞脱水, 细胞内蛋白质沉淀, 使细胞中毒死亡。它对真菌、细菌、线虫、鼠类均有良好的杀灭效果, 对害虫的成虫、幼虫熏杀力很强, 使用效果明显, 可用于种子浸泡处理杀灭虫卵。我国已掌握了其应用技术, 用于无公害蔬菜生产可有效防治立枯病、凋萎病、黄萎病和根结线虫<sup>[10]</sup>。

其使用方法是在田间布点开穴, 用土壤注射器向地下注射氯化苦原药, 深度为15 cm, 然后立即覆盖地膜, 密闭熏蒸15 d, 揭开地膜, 待药液挥发后定植。与溴甲烷相比其防治真菌的效果比溴甲烷高近20倍<sup>[11]</sup>, 在土壤中无残留, 对作物无污染。但氯化苦存在土壤中易漂移, 易被物质吸收, 不易散发, 对线虫和杂草防治效果差等缺点。

目前对氯化苦的主要研究有两大趋势: 一是针对其对杂草和线虫防治效果较差的缺点, 可以采用与杀线虫、除草药剂配合使用的方法。如氯化苦与土壤熏杀线虫的1, 3-二氯丙烯结合使用。常用方法是采用Telone配方, 含二氯丙烯和氯化苦。这类产品经确认能有效防除线虫、土壤病菌和多种重要杂草<sup>[12]</sup>。二是针对油状氯化苦有刺激性臭味, 使用不便的缺点, 开发氯化苦熏蒸带。这是一种新颖制剂, 将氯化苦封入具有气隔作用的水溶性高的薄膜内, 加工成带状的剂型, 从而避免处理时的氯化苦刺激臭味, 且使用简便省力<sup>[13]</sup>。

### 2.3 甲基碘

甲基碘(Methyl iodide)又名碘甲烷, 分子式 $CH_3I$ , 常温下为液体, 沸点43℃。最近, 加利福尼亚大学的专家提议以碘甲烷直接取代溴甲烷, 因为碘甲烷对臭氧层的破坏力大大低于溴甲烷, 此外碘甲烷在43℃以下是液体, 所以使用碘甲烷要比溴甲烷更安全。实际使用证明在同样条件下碘甲烷比溴甲烷防治土传播植物原菌、植物寄生线虫和杂草的效果更好<sup>[14]</sup>。如在不同条件对两种常见杂草苘麻和黑麦草的防效比溴甲烷效果更好, 在不同土壤中的药效更稳定, 防除杂草所需时间更短。

碘甲烷的使用方法是覆膜熏蒸法, 相对于溴甲烷其对蔬菜大棚里的真菌、线虫、杂草等各种土传疾病仿效更佳, 使用更方便安全, 是最有希望取代溴甲烷的制剂之一。但由于成本高、毒性强等缺点推迟了其作为土壤消毒剂的合法使用登记<sup>[15]</sup>。目前, 正进一步进行此药剂的成本、毒性及对环境影响等的研究, 进而确定其使用剂量、降低使用成本。

### 2.4 异硫氰酸烯丙酯

异硫氰酸烯丙酯(Allylisothiocyanate, AITC)是一种食品添加剂, 且具有良好的杀虫、杀菌、杀线虫、除草效果。美国约旦农业公司(American Jordanian Agricultural Company)已将该物质登记为土壤消毒剂, 商品名Dazitol。用于土壤处理可有效杀灭或抑制土壤中的线虫、有害昆虫、病原菌以及杂草。曹焜程等将Dazitol和威百亩均按有效成分和土壤质量配制成不同浓度梯度进行比较, 熏蒸6 d后试验结果表明, 相同有效成分下, 异硫氰酸烯丙酯在杀线虫、杀菌和除草活性方面, 与威百亩(异硫氰酸甲酯的产生物)活性相近, 是一种溴甲烷潜在的安全替代品<sup>[16]</sup>。

异硫氰酸烯丙酯与威百亩的使用方法相同,其优点在于本身是一种食品添加剂,用于消毒后,蔬菜食用时不仅不会对人体产生残留药害的伤害,而且经最近研究表明芥子科植物中的异硫氰酸烯丙酯在抗癌方面存在独特功效,是一种极具前景的抗癌新药。但其存在很强的催泪性、挥发性,使用时易对人体产生伤害,在空气中易变质,不宜长期存放等缺点。如何开发出一种使用方便、便于运输、施药、环境友好制剂是今后的当务之急。

### 3 固体颗粒药剂

棉隆又名必速灭(Dezomet),是一种含量为98%的灰白色微颗粒,学名为四氢-3,5-二甲基-1,3,5-二塞二唑-2-硫酮,非燃性。当必速灭施入湿润土壤后,活性成分就会转化成有消毒作用的物质—异硫氰酸甲酯气体,在土壤间隙间扩散过程中杀死与其接触的活性生物。在大棚内使用可防治作物的根腐病、白斑病、枯萎病、立枯病、黑腐病、根癌病等土传病害,对寄生线虫,地下害虫、杂草及其根茎的防治效果非常好,对以后连续几茬作物均有不同程度的增产效果,已在我国广泛应用<sup>[7]</sup>。

其使用方法是:将药剂加营养土拌匀后均匀撒入标准苗床中,喷洒清水使苗床湿透3 cm以上,立即用薄膜严密覆盖,7 d后揭膜松土透气,再隔7 d后播种。其主要优点是:效果持久,消毒全面彻底,安全环保;不需复杂的施用设备,容易与土壤或介质混合;便于保存。但其存在:毒性强,土壤中有益生物也被杀灭;受外界条件影响较大,处理等待期较长,易对蔬菜产生药害,影响出苗等严重缺点。必速灭使用时外界条件对其对土传病害的防治效果影响很大,由于其使用量大且要求较高的土壤温度和湿度使其成本大大提高,不利于广泛推广。

### 4 土壤消毒剂的使用效果比较

针对现在常用及潜在的溴甲烷替代品,许多研究部门通过田间和大棚试验对其处理效果进行了比较,不同土壤消毒剂处理后增收效果的基本顺序是:甲基碘>溴甲烷>威百亩>必速灭>硫酰氟>氯化苦。其成本比较是:威百亩<氯化苦<溴甲烷<必速灭<硫酰氟<甲基碘<sup>[8]</sup>。异硫氰酸烯丙酯与威百亩土壤消毒防治效果相近,其成本微高于威百亩。按使用安全性来说,固体型药剂的安全性最好,一般只需戴防护手套即可,液态药剂和气体药剂安全性较差,需专业培训,并配戴专业防毒装置。随着溴甲烷替代品技术的进一步发展,一些施用氯化苦、棉隆、威百亩的专用机械已在一些发达国家商品化,不仅提高了使用的效率和对使用者的安全性,而且提高了药效,减少了农药的使用量<sup>[9]</sup>。但在我国尚处初级阶段。

### 5 结论

在蔬菜大棚应用的土壤消毒剂中,溴甲烷仍是最优

良的土壤熏蒸剂,在其即将被禁止使用的情况下,新的土壤消毒剂有以下研发趋势。

斯美地水剂、棉隆、氯化苦以及其它常用的溴甲烷替代物由于消毒效果略逊,残留或价格高等因素虽不能完全取代溴甲烷,但可以混配使用以弥补各自的缺点,优化消毒效果,或采用化学药物防治与太阳能消毒相结合的方法减少药害。

必须致力于寻找可以完全取代溴甲烷的土壤消毒剂,特别是与环境友好的消毒剂。短期内,在蔬菜大棚消毒时采用上述几种熏蒸剂与溴甲烷结合使用是可以减少环境伤害的有效方式。

在我国专用施药机械尚未推广情况下,对于未受过专业培训的菜农来说,使用固体型药剂更为安全方便。

在保持或提高原有药剂防治土传疾病的功效前提下,努力开发使用方便、药效良好、成本适中、使用安全的消毒剂替代品势在必行。

### 参考文献

- [1] 赵家璧,金淑燕. 棚菜主要土传病害及防治措施[J]. 上海蔬菜, 2005(4): 67-68.
- [2] 花冬梅. 土传病害探源及防治[J]. 北京农业, 2003(4): 29.
- [3] N EP. Report of the MethylBromide Technical Options Committee [Q]. 1998, 3.
- [4] 曹均程. 溴甲烷及其替代产品[J]. 农药, 2003, 42(6): 1-5.
- [5] Tom lin C D S. The Pesticide Manual (Eleventh Edition) [M]. British Crop Protection Council, 1997.
- [6] 曹均程, 褚世海, 郭美露, 等. 硫酰氟——溴甲烷土壤消毒潜在的替代品[J]. 农药学报, 2002, 4(3): 91-93.
- [7] 贺以乐. 高效土壤熏蒸剂威百亩[J]. 四川化工与腐蚀控制, 2001, 3(4): 59-63.
- [8] 陈德鑫, 王凤龙, 钱玉梅. 几种土壤熏蒸剂防除烟草苗床杂草的药效试验[J]. 烟草科技, 2004, 12: 30-32.
- [9] Zheng W, Scott R Y, Sharon K, et al. Conversion of metam sodium and emission of fumigant from soil columns [M]. Atmospheric Environment, 2006, 40: 7046-7056.
- [10] 范昆, 王开运. 溴甲烷土壤消毒替代品的研究进展[J]. 世界农药, 2006, 28(2): 45-50.
- [11] 刘洋, 张莉, 李和松. 土壤熏蒸剂——氯化苦在蔬菜上的应用[J]. 蔬菜, 2000, 4(1): 23-24.
- [12] ECN. 替代溴甲烷的新土壤熏蒸剂[J]. 现代化工, 1999, 19(10): 53.
- [13] 张一宾. 世界上取代溴甲烷的技术与药剂[J]. 世界农药, 1999, 21(5): 1-4.
- [14] 刘治波, 刘志俊, 冯文萍, 等. 溴甲烷的禁用及其替代品的开发[J]. Pesticides, 1999, 38(1): 38-40.
- [15] 张百臻. 美国推迟碘化钾的登记[M]. 农药科学与管理, 2006, 25(9): 52.
- [16] 曹均程. 一种潜在的溴甲烷土壤消毒替代品—异硫氰酸烯丙酯[J]. 农药, 2006, 45(7): 462-465.
- [17] 崔喜艳. 广谱土壤消毒剂—必速灭[J]. 新农业, 2002(3): 37.
- [18] 任庆明, 郝建光, 明云龙. 蔬菜基地土壤熏蒸防治病虫害技术探索[J]. 检验检疫科学, 2006(4): 9-12.
- [19] 曹均程. 溴甲烷及其替代产品[J]. 农药, 2003, 42(6): 1-5.

# 无土栽培基质物料资源的选择与利用

潘 凯, 韩 哲

(东北农业大学 园艺学院, 黑龙江 哈尔滨 150030)

**摘 要:** 综述了基质在无土栽培中的重要作用, 在对一些常见的基质物料理化性质进行比较的基础上, 初步确定了无土栽培基质的选用原则, 最后对无土栽培基质的资源利用提出了初步的建议。

**关键词:** 无土栽培; 基质物料; 选择与利用

**中图分类号:** S 604<sup>+</sup>.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-0009(2009)01-0129-04

无土栽培技术是近年来发展最快的新技术之一, 是不用土壤而用基质栽培的方法。它的历史, 可以追溯到 2 000 多年以前, 现在, 许多国家都有无土栽培设施, 已广泛用于生产花卉、蔬菜、育苗等。它具有省地、省水、省肥、受环境影响小、作物生长快、高产、优质、病虫害少等诸多优点, 是未来农业的理想模式<sup>[1]</sup>。

我国无土栽培的应用起步较晚, 但目前此项技术不仅使农作物生产取得了显著的经济效益, 还进一步应用到了一些园林观赏植物的栽培中, 起到了提高产量、增进品质、减少土传病害、净化栽培环境的效果, 并且扩大了观赏植物的栽培范围<sup>[2]</sup>。水培技术由于存在应用成本高、技术难度大等问题, 发展较缓慢; 而高效、低成本、傻瓜化的基质栽培技术逐渐成为研究开发的热点, 发展速度非常快<sup>[3,4]</sup>。

固体基质的无土栽培类型由于植物根系生长的环境较为接近天然土壤, 缓冲能力强, 不存在水分、养分与供氧气之间的矛盾, 因此在生产管理中较为方便, 且设备较水培和雾培简单, 甚至可不需要动力, 具有一次性投资少、成本低、性能相对较稳定、经济效益较好等特点, 生产中普遍采用。近年来, 随着具有良好性能的新型固体基质的开发利用以及在生产上工厂化育苗技术的推广, 我国的固体基质栽培的面积不断扩大<sup>[3]</sup>。从我国现状出发, 基质栽培是最有现实意义的一种方式。

无土栽培由营养液、基质、设施和设备几部分组成, 经过多年的研究和试验, 营养液的配方已基本形成, 需要时可到相关材料中查找。对于设施和设备来说, 可以长途调运。但对于基质, 要根据不同条件、不同地区, 不同资源因地制宜, 应用不同的基质。

## 1 常见基质物料及理化性质

### 1.1 无机基质

无机基质作为基质的一大类, 在生产上应用较为广泛, 常用的有岩棉、砂、石砾、蛭石等, 这些基质虽归为同一类, 但很多方面是不同的<sup>[5-7]</sup>。

第一作者简介: 潘凯(1974), 男, 博士, 讲师, 现从事园艺商品学与蔬菜栽培生理及无土栽培学方面的教学与科研工作。

收稿日期: 2008-09-27

## Soil Fumigants Used in Vegetable Greenhouse

ZHAI Jian-huan, CAO Xiao-mei, WANG Bei, LIU Xiang-xin

(College of Chemical and Pharmaceutical Engineering, Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang, Hebei 050018, China)

**Abstract:** Kinds of alternative soil fumigants used in vegetable greenhouse were reviewed in this article with their performance, methods to use, application area, mechanism to sterilize as well as their characters respectively. Some prospective soil fumigants which can substitute Methyl bromide were introduced, while the tendency development of soil fumigants used in vegetable greenhouse was summarized as well. The new soil fumigants will focus on the development with their safeties, effective, no pollution and easy to use to fit different kind of uses for the farmer.

**Key words:** Vegetable greenhouse; Soil fumigant; Methyl bromide; Metam sodium; Allyl isothiocyanate