

DOI:10.13718/j.cnki.zwys.2021.03.008

土壤熏蒸剂对生姜土传病害的防治 效果和产量的影响^①

周 弦¹, 张天晓², 贾 切¹,
李洪雷³, 刘奕清³, 刘 燃⁴

1. 长江大学 园艺园林学院/香辛作物研究院, 湖北 荆州 434025;
2. 荆州农业科学院, 湖北 荆州 434026;
3. 重庆文理学院 特色植物研究院, 重庆 永川 402160;
4. 重庆市幅沅农业生物技术研究院有限公司, 重庆 永川 402160

摘 要: 土传青枯病和茎基腐病对生姜的危害严重制约了生姜产业的可持续发展, 土壤熏蒸消毒方法对土传病害有较好的防治效果. 本文以氯化苦和棉隆两种土壤熏蒸剂为研究对象, 探究其对生姜青枯病和茎基腐病的防治效果及其对生姜产量的影响. 结果表明, 氯化苦和棉隆处理土壤揭膜后第7天定植的带芽种姜无药害, 姜芽生长正常; 与对照相比, 氯化苦和棉隆处理均能降低生姜青枯病和茎基腐病的发病率, 对青枯病后期的防效分别达到了83.0%和78.9%, 对茎基腐病后期的防效分别达到了83.6%和78.4%. 此外, 这两种熏蒸消毒剂处理可显著提高生姜产量、上等姜比例以及生姜产品的价值. 本研究结果将为实际生产中应用土壤熏蒸剂防治生姜土传病害提供有力的科学依据.

关键词: 生姜; 土壤熏蒸剂; 青枯病; 茎基腐病; 防治效果; 产量

中图分类号: S472

文献标志码: A

文章编号: 1007-1067(2021)03-0040-05

生姜(*Zingiber officinale* Roscoe)为全球栽培的食药兼用和香料类经济作物, 在我国的栽培面积和产量均居世界第一. 生姜种植过程常遭遇土传青枯雷尔氏菌(*Ralstonia solanacearum*)和茎基腐霉菌(*Pythium myriotylum*)的严重危害, 防治难度大, 给姜农造成巨大损失^[1-3]. 土壤熏蒸消毒法是防治土传病害行之有效的方之一^[4-5], 氯化苦、棉隆等土壤消毒剂对土传病害的细菌、真菌、线虫等病原物具有很好的消杀作用, 且安全可靠, 90 d后的土壤样品中未检出氯化苦, 土壤中棉隆的残留量介于0.021~0.177 mg/kg, 显著低于欧盟和日本等区域规定的最大残留限量^[6-8]. 氯化苦、棉隆作为蔬菜、粮食和中药材的土壤熏蒸消毒剂, 在病原菌定殖前能够有效地控制土传病原菌繁殖, 其土壤熏蒸技术已在美国、以色列、日本和欧洲等地区广泛推广使用. 近年来, 在我国也有报道氯化苦在多种作物的土传病害上具有良好的防病效果, 如草莓、黄瓜、番茄等^[9-11].

① 收稿日期: 2021-04-30

基金项目: 重庆市永川区社会民生科技专项(yestc, 2019cc016); 重庆市调味品产业技术体系创新团队重大项目(2020-7); 重庆英才计划创新团队项目(CQYC201903201); 中央引导湖北省地方科技资金专项项目(2020ZYD02).

作者简介: 周 弦, 讲师, 主要从事植物植保与栽培研究. E-mail: 408029237@qq.com

通信作者: 刘 燃, 主要从事蔬菜植物保护推广应用. Email: 260872933@qq.com

土壤熏蒸消毒防治生姜土传病害在我国山东地区已有报道,但在长江中上游生姜栽培区的研究却少有报道.本研究以重庆生姜种植区为对象,比较氯化苦和棉隆2种熏蒸消毒剂处理土壤对生姜土传病害的防治效果以及对生姜产量的影响,旨在为长江上游生姜种植区土传病害的防治提供技术支持.

1 材料与amp;方法

1.1 供试品种

供试生姜品种为渝姜1号,于熏蒸消毒土壤旋耕排气15 d后定植催芽姜种,行距35 cm,株距20 cm.

1.2 供试材料

供试药剂为99.5%氯化苦(Chloropicrin, PIC),大连绿峰化学股份有限公司;98%棉隆微粒剂(Dazomet, DZ),南通施壮化工有限公司.

1.3 试验地概况

试验地点为重庆市永川区盘五间镇新建村(29°21' N, 105°98' E),该地区属于亚热带季风性湿润气候,年平均气温17.7℃,极端最高气温42.1℃,极端最低气温-2.9℃.年平均降雨量1 015.0 mm,年平均日照1 218.7 h,年均无霜期317 d.试验地为连续种植生姜5年的露地土壤,其0~30 cm土层理化性状为:有机质含量18.1 g/kg,碱解氮41.2 mg/kg,速效磷117.6 mg/kg,速效钾326.7 mg/kg, pH值为6.5.

1.4 试验设计

试验共设置3个处理,每667 m²用量分别为99.5%氯化苦液剂25 kg,棉隆微粒剂20 kg,空白对照(CK).每个处理设3个小区重复.供试小区长20 m、宽4 m,四周挖50 cm深、宽30 cm的沟作自然隔离.

2018年1月20日进行药剂处理.氯化苦处理将99.5%氯化苦液剂用机械牵引注射器注入土壤,深度为15~20 cm,立即覆盖塑料膜(塑料膜为0.03~0.04 mm的原生膜);而棉隆处理则将98%棉隆微粒剂撒施于土壤,机械旋耕后立即覆盖塑料膜.连续密闭30 d,于2018年2月19日揭开塑料膜,撒施复合肥(N19, P7, K19),用量100 kg/667m²,机械旋耕排气.对照处理小区,不施任何药剂,其他处理方式相同.

1.5 调查内容与amp;方法

1.5.1 安全性评估

试验处理小区分别于排气后5, 7, 9 d把经催芽的姜种试植于土壤中,试种第3天观测其姜芽是否产生药害.

1.5.2 生姜病情调查

结合当地病害的发生特点,试验在6月15日(初期)、7月15日(中期)、8月15日(后期)分别调查生姜青枯病、茎基腐病的田间发病情况.按照对角线5点调查法,每点随机调查2.0 m×1.5 m的发病株数,统计发病率和防治效果.

发病率(%) = 病株数 / 调查总株数 × 100%

防治效果(%) = (对照区发病率 - 处理区发病率) / 对照区发病率 × 100%

1.5.3 生姜产量测定

在试验小区选3个样点取样,每点取2.0 m×1.5 m植株测定产量,换算成为667 m²产量.

1.6 数据分析

采用SPSS 19.0软件进行数据分析,采用Duncan法进行数据差异显著性检验($\alpha < 0.05$).

2 结果与分析

2.1 熏蒸消毒土壤对生姜植株的安全性评价

在99.5%氯化苦液剂和棉隆微粒剂进行土壤熏蒸消毒的试验小区排气后5 d, 7 d, 9 d分别试种带芽的

姜种. 试种后第3天观察药害情况, 结果显示, 排气后5d种植的姜种芽有枯黄、死亡等药害现象, 排气后7, 9d种植的姜种芽生长正常, 没有药害现象产生. 因此, 99.5%氯化苦液剂和棉隆微粒剂熏蒸消毒土壤排气7d后定植姜种安全.

2.2 熏蒸消毒土壤对生姜青枯病的防治效果

氯化苦和棉隆处理土壤对土传青枯病均有显著的防治效果, 2个处理对生姜青枯病发病初期、中期、后期的发病率和防治效果都无明显差异. 发病初期(6月15日), 氯化苦、棉隆和对照处理的生姜青枯病发病率分别是0, 0.35%和8.92%, 氯化苦和棉隆处理的防效分别是100.00%和96.00%; 发病中期(7月15日)3个处理的发病率分别是1.73%, 1.58%, 18.63%, 氯化苦和棉隆处理的防效分别为90.70%和91.40%; 而进入发病后期3个处理的发病率分别是4.22%, 5.26%和24.83%, 氯化苦和棉隆处理的防效分别是83.00%和78.90%. 由此可见, 在6月至8月的生姜种植过程土传青枯病的发病率随着时间的推移而逐渐升高, 2种熏蒸消毒剂处理土壤对青枯病的防治效果良好(表1).

表1 氯化苦和棉隆熏蒸处理土壤对生姜青枯病的防治效果

%

处理	发病初期(6月15日)		发病中期(7月15日)		发病后期(8月15日)	
	发病率	防效	发病率	防效	发病率	防效
氯化苦 PIC	0.00 ± 0.00b	100.00 ± 0.00a	1.73 ± 0.18b	90.70 ± 0.90a	4.22 ± 0.30b	83.00 ± 0.80a
棉隆 DZ	0.35 ± 0.17b	96.00 ± 2.00a	1.58 ± 0.30b	91.40 ± 2.00a	5.26 ± 0.34b	78.90 ± 0.70a
对照 CK	8.92 ± 0.31a		18.63 ± 0.75a		24.83 ± 0.88a	

注: 同列数据不同小写字母表示在0.05水平上的差异有统计学意义. 表2、表3同.

2.3 熏蒸消毒土壤对生姜茎基腐病的防治效果

氯化苦和棉隆2种熏蒸消毒剂处理土壤对茎基腐病的防治效果见表2. 氯化苦和棉隆处理土壤对土传茎基腐病均有显著的防治效果, 两者发病率之间不存在显著差异, 但两者均显著低于对照处理的发病率. 发病初期(6月15日)氯化苦、棉隆和对照3个处理的茎基腐病发病率分别为0.34%, 0.51%和2.02%, 氯化苦和棉隆处理的防效分别为83.10%和74.70%; 发病中期(7月15日)3个处理的发病率分别为2.42%, 2.81%, 16.05%, 氯化苦和棉隆处理的防效分别为84.90%和82.50%; 而进入发病后期3个处理的发病率分别为3.17%, 4.20%和19.42%, 氯化苦和棉隆处理的防效分别为83.60%和78.40%. 由此可见, 在6—8月生姜种植过程中茎基腐病的发病率逐渐升高, 2种熏蒸消毒剂处理土壤对茎基腐病具有良好的防治效果.

表2 氯化苦和棉隆熏蒸土壤处理对生姜茎基腐病的防治效果

%

处理	发病初期(6月15日)		发病中期(7月15日)		发病后期(8月15日)	
	发病率	防效	发病率	防效	发病率	防效
氯化苦 PIC	0.34 ± 0.17b	83.10 ± 8.40a	2.42 ± 0.17b	84.90 ± 1.00a	3.17 ± 0.32b	83.60 ± 1.70a
棉隆 DZ	0.51 ± 0.30b	74.70 ± 14.60a	2.81 ± 0.18b	82.50 ± 0.80a	4.20 ± 0.31b	78.40 ± 1.00a
对照 CK	2.02 ± 0.01a		16.05 ± 0.33a		19.42 ± 0.64a	

2.4 熏蒸消毒土壤对生姜产量及效益的影响

通过调查氯化苦、棉隆2种熏蒸消毒剂处理土壤对生姜产量的影响, 结果如表3所示, 氯化苦、棉隆与对照处理之间的产量存在显著差异. 与对照相比, 氯化苦处理667m²生姜产量最高, 达到了3368.5kg, 棉隆处理后生姜产量为3233.8kg, 两者处理后生姜产量分别增产25.4%和20.3%. 从收获的上等姜比例来

看,氯化苦和棉隆处理的生姜质量显著优于对照,分别达到了75.8%和74%,而对照仅为61.5%。根据市场上生姜销售的平均价格,2种处理收获生姜产品的667 m²产值均显著高于对照,氯化苦处理的产值为25 600.20元,棉隆处理为23 930.40元;氯化苦和棉隆处理的生姜产值分别提高了36.1%和27.2%。由此可见,氯化苦和棉隆2种熏蒸消毒剂处理土壤不仅能够提高生姜的产量,还可以提高上等姜的比例和生姜产品价值。

表3 氯化苦和棉隆熏蒸处理土壤对生姜产量与经济效益的影响

处理	667 m ² 产量/kg	上等姜比例/%	均价/元·kg ⁻¹	667 m ² 产值/元
氯化苦 PIC	3 368.5 ± 32.5a	75.8 ± 1.8a	7.6	25 600.20 ± 246.90a
棉隆 DZ	3 233.8 ± 52.5a	74.0 ± 0.8a	7.4	23 930.40 ± 388.40b
对照 CK	2 687.2 ± 22.2c	61.5 ± 1.3b	7.0	18 810.40 ± 155.70c

3 结论与讨论

青枯病和茎基腐病是生姜种植过程的两种重要土传病害,具有毁灭性、暴发性、灾害性的特点,防治极为困难^[4-5]。本研究结果表明,氯化苦和棉隆熏蒸消毒处理土壤,揭膜后7 d定植带芽姜种无药害现象,对姜芽生长安全;2种熏蒸消毒剂在生姜种植过程中对土传青枯病、茎基腐病有良好的防治效果;并对生姜产量、产品上等姜的比例及产值有提高作用。

王玉涛等^[7]研究结果显示,在土壤中施用氯化苦(60 mL/m³)1次,间隔3 d后药剂消解程度可达95%以上,且2007和2008年2年的检测结果均显示间隔期超过90 d后的土壤样品中未检出氯化苦。生姜从播种到采收通常需要生长120~150 d,因此,使用氯化苦进行生姜地的土壤消毒是安全的。冯义志等^[8]研究棉隆消解动态结果显示,其半衰期为1.8~13.1 d,土壤中的残留量介于0.02~0.177 mg/kg,显著低于欧盟和日本等区域规定的最大残留限量。本试验研究也得到类似的结果,排气后7 d种植的姜种生长正常,无药害现象产生。

通过比较健康土壤和发病土壤微生物菌群结构发现,健康土壤较发病土壤的微生物多样性更丰富,特别是有益菌如芽孢杆菌、链霉菌等群落相对数量较多^[9]。氯化苦土壤熏蒸剂可杀死地下生物,将其细胞内的蛋白酶释放出来而又不使其失活,进而提高土壤中可溶性有机氮的含量,促进植物对氮元素的吸收^[10]。土壤熏蒸剂可通过改变土壤反硝化细菌群落的结构,抑制反硝化作用,提高氨态氮与硝态氮的比例,有利于植物对无机氮元素以及锰、钴等多种微量元素的吸收^[11]。但是,氯化苦、棉隆熏蒸处理生姜种植土壤对N, P, K和微量元素的转化利用的影响以及其对土壤微生物菌群结构的影响还有待于进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 杨晓楠,高德良,韩君,等.棉隆及氯化苦对几种生姜土传病原物的毒力[J].农药学报,2011,13(3):331-334.
- [2] MAO L G, JIANG H Y, WANG Q X, et al. Efficacy of Soil Fumigation with Dazomet for Controlling Ginger Bacterial Wilt (*Ralstonia solanacearum*) in China [J]. Crop Protection, 2017, 100: 111-116.
- [3] 付丽军,王永存,王向东,等.6种杀菌剂对姜青枯病的防治效果[J].植物保护,2019,45(1):216-220.
- [4] 曹勘程,刘晓漫,郭美霞,等.作物土传病害的危害及防治技术[J].植物保护,2017,43(2):6-16.
- [5] 方文生,曹勘程,韩大伟,等.两种熏蒸剂对土传病害的防控效果及黄瓜产量的影响[J].中国蔬菜,2016(7):44-48.
- [6] 向礼波,汪华,严顺,等.98%棉隆微粒剂对生姜根结线虫和茎腐病防治效果评价[J].湖北植保,2016(6):38-39,29.
- [7] 王玉涛,王文博,郭栋梁,等.氯化苦在土壤中的消解动态和残留量检测研究[J].安徽农业科学,2009,37(18):8651-8652,8655.
- [8] 冯义志,潘金菊,刘伟.棉隆在番茄和土壤中的残留消解动态及残留量[J].农药,2015,54(8):588-590.

- [9] LIU Y Q, WU L, WU X W, et al. Analysis of Microbial Diversity in Soil under Ginger Cultivation [J]. Scientifica, 2017, 2017: 1-4.
- [10] 王 前, 黄 斌, 颜冬冬, 等. 氯化苦熏蒸处理对土壤氮素和微量元素转化的影响 [J]. 植物保护, 2018, 44(6): 73-77, 98.
- [11] 燕平梅, 魏爱丽, 乔宏萍, 等. 威百亩熏蒸对土壤反硝化作用及 nirS 型反硝化细菌群落结构的影响 [J]. 植物保护学报, 2019, 46(2): 393-400.

Effects of Soil Fumigants on the Soil-Borne Disease Control and Yield of Ginger

ZHOU Xian¹, ZHANG Tian-xiao², JIA Qie¹,
LI Hong-lei³, LIU Yi-qing³, LIU Ran⁴

1. College of Horticulture and Gardening / Institute of Spice Crops, Yangtze University, Jingzhou Hubei 434025, China;

2. Jingzhou Academy of Agricultural Sciences, Jingzhou Hubei 434026, China;

3. Institute of Special Plants, Chongqing University of Arts and Sciences, Yongchuan Chongqing 402168, China;

4. Chongqing Fuyuan Agricultural Biotechnology Research Institute Co., Ltd, Yongchuan Chongqing 402160, China

Abstract: The damage of soil-borne bacterial wilt and stem base rot on ginger seriously restricts the sustainable development of the ginger industry, and application of soil fumigants shows good effectiveness for disease control. In this paper, two soil fumigants, chloropicrin and dazomet, were used as research objects to explore their control effects on ginger bacterial wilt and stem base rot, as well as their effects on ginger yield. The results showed that both fumigants had no phytotoxicity to ginger and after the mulch was removed the ginger buds grew normally. Compared with the control, both fumigants reduced the incidence of ginger bacterial wilt and stem base rot, and the control effect against bacterial wilt in the late stage reached 83.0% and 78.9%, respectively, while that against stem base rot in the late stage reached 83.6% and 78.4%, respectively. Additionally, these two treatments significantly increased the yield of ginger, the proportion of premium ginger and the value of ginger products.

Key words: ginger; soil fumigant; bacterial wilt; stem base rot; control efficiency; yield