

堆肥防治植物病害研究进展

高淋淋¹, 黄金玲², 陆秀红², 刘志明^{2*}

(1. 广西大学农学院, 广西南宁 530003; 2. 广西农业科学院植物保护研究所, 广西南宁 530007)

摘要 对近几年利用固体堆肥和堆肥提取液防治植物土传病害和气传病害的情况进行了综述, 讨论了目前堆肥防治植物病害研究中存在的问题以及今后的研究重点和未来的发展方向。

关键词 堆肥; 堆肥提取液; 土传病害; 气传病害; 研究进展

中图分类号 S432.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2014)31-10933-03

Research Progress on Compost to Prevent and Control Plant Diseases

GAO Lin-lin¹, HUANG Jin-ling², LU Xiu-hong², LIU Zhi-ming^{2*} (1. Agricultural College of Guangxi University, Nanning, Guangxi 530003; 2. Plant Protection Research Institute, Guangxi Academy of Agricultural Sciences, Nanning, Guangxi 530007)

Abstract The recent use of prevention and control of soil-disseminated diseases and air-borne diseases with solid manure and compost extracts were summarized, the current problems that exist in the prevention of plant diseases in compost and the research emphasis in the future and the future development direction were discussed.

Key words Compost; Compost extract; Soil-disseminated diseases; Air-borne diseases; Research progress

植物病害对农业生产的影响较大, 一旦发生, 轻则产量下降, 重则绝产, 造成严重的经济损失。生产中普遍采取化学方法防治植物病害, 但近几年化学农药的大量使用对环境和人类都有不同程度的危害, 因此有必要找到可替代的、不危害环境的防治方法。有报道可以利用绿肥、动物粪肥等作为土壤添加物防治某些土传病害。Weltzien 等^[1-2]通过试验证明来源不同的固体堆肥或堆肥提取液对土传或叶传病害有明显的抑制效果, 因而可考虑将其发展成一种替代化学农药防治某些植物病害的新方法。为此, 笔者对近年来利用固体堆肥和堆肥提取液防治植物土传病害和气传病害的研究进展进行了综述, 旨在为研究堆肥在植物病害防治中的应用提供借鉴。

1 固体堆肥防治植物土传病害

固体堆肥是利用秸秆、野草、垃圾等各种有机废弃物堆制而成, 是农业生产最传统的有机肥, 但一直以来主要考虑其肥效, 被当作肥料使用。直到 20 世纪 60 年代才有报道堆肥对植物病害, 尤其是土传病害的防治有较好效果。Lewis^[3]用垃圾与污泥制作堆肥, 在田间对豌豆猝倒病进行了试验, 第 3~4 年发现堆肥对猝倒病有较好的抑制作用。Stone^[4]报道, 在黄瓜移植前 1 个月施用废纸制作的堆肥, 黄瓜立枯病与枯萎病引发猝倒病的发生情况明显降低。Cynthia^[5]研究出两阶段堆肥法, 并用该方法制作堆肥, 通过施用可显著降低由 2 种腐霉属病原菌引起的黄瓜猝倒病的发病率。Tuitert 等^[6]报道, 用腐烂水果、蔬菜和果园垃圾生产的堆肥处理土壤, 不仅有效降低疫霉所致病害的发病率, 而且对木本观赏植物疫霉病害的抑制效果也很显著。国内对堆肥防治土传病害的研究也有报道, Huang 等^[7]研究表明通过施用

植物残体、饼肥以及家禽粪肥均可有效抑制棉花黄萎病的发生。何欣等^[8]报道采用营养钵育苗和移栽时都施用生物有机肥种植的香蕉不仅生长良好, 还能有效降低香蕉枯萎病的发病率。Ning 等^[9]报道无论是施用有机肥的盆栽试验还是大田试验都有显著效果, 枯萎病的发生率分别减少 60%~100% 和 59%~73%。

植物线虫病害也是农业生产中发病较严重的土传病害之一。国外有关堆肥防治植物根结线虫的报道较多。早在 1937 年, Linford 就发现有机堆肥在分解期间能显著降低土壤中根结线虫密度^[10]。Marull 等^[11]研究发现, 施用以城市固体废弃物为原料制作的堆肥能显著减少青椒和番茄根系的根结线虫数量。Chen 等^[12]发现应用以酒糟堆制的肥料能显著减少 *Meloidogyne hapla* 根结数和根结线虫卵的数量。台湾黄振文发现腐熟的香菇太空包堆肥能降低西瓜根结线虫病的发生率^[10]。Weserdahl 等试验在几丁质中加入尿素制作的堆肥, 能有效防治马铃薯根结线虫病及胡桃根腐线虫病的发生^[10]。国内使用农业废弃物堆肥防治线虫的研究起步较晚, 房华等^[13]应用茶树菇菌渣对番茄根结线虫进行防治, 初步发现茶树菇能减少南方根结线虫对番茄的侵染, 降低根结数量, 在一定程度上对番茄根结线虫病有很好的防效。王博^[14]以废弃的花卉秸秆和鸡粪为原料进行好氧静态堆肥, 探究不同比例堆肥对爪哇根结线虫形成根结的影响, 发现随着堆肥处理水平的增加, 根结数量呈指数降低。曹志平等^[15]研究通过在土壤中加入小麦秸秆, 增加了土壤中细菌、真菌、放线菌的数量, 引起土壤线虫群落结构的变化: 植食性线虫下降 97.3%, 食细菌线虫的比例上升 189.7%, 从而改善了整个土壤食物网结构, 恢复了土壤生态系统抑制病原生物的生态功能。

2 堆肥提取液防治植物土传病害

所谓堆肥提取液是将已经腐熟的肥料和水按一定比例混合提取出来的液体。堆肥提取液对植物土传病害的研究相对较少, 马利平等^[16-19]研究发现施用马、牛和猪厩肥堆制

基金项目 广西自然科学基金项目(桂科基 0991017); 广西农业科学院基金项目(桂农科 2013JQ18, 桂农科 2014YQ30)。

作者简介 高淋淋(1991-), 女, 山东曲阜人, 硕士研究生, 研究方向: 植物线虫病害及其防治。* 通讯作者, 研究员, 从事植物线虫病害及其防治研究。

收稿日期 2014-09-26

作的提取液能显著降低黄瓜和青椒枯萎病的发生。AL-Mughrabi等^[20]研究表明堆肥、堆肥提取液及堆肥和堆肥提取液混合施用3种施用方式对马铃薯疮痂病的抑制率分别为81%、41%和81%，而对块茎病和枯萎病却没有防治效果。Siddiqui等^[21]分别以水稻秸秆和油棕桐废弃物为原料制作的堆肥提取液均能显著减少黄秋葵枯萎病的发生。

对于堆肥提取液对植物根结线虫防治效果的研究报道较少。Cayuela等^[22]发现以橄榄废弃物为原料的堆肥提取液能显著抑制植物根结线虫卵的孵化和2龄幼虫的活性。Zhang等^[23]研究发现以沙地柏树和楝树废弃物为原料的堆肥提取液能在一定程度上抑制线虫卵的孵化和降低幼虫存活活力。朱开建等^[24]分别对番茄施用腐熟堆肥的提取液和由提取液制备的堆肥茶，观察该2种方法对爪哇根结线虫种群的影响，发现土壤和根中的线虫数量都下降，随着使用浓度的增加，根结数量和线虫种群数量均呈指数降低，并且堆肥茶的效果略优于提取液。

3 堆肥提取液防治植物气传病害

目前堆肥提取液对植物气传病害的研究报道较多。Scheuerell等^[25]通过总结众多研究结果发现病害防治效果和堆肥提取液的生产方法有关系。主要影响因素包括堆肥原料、堆肥腐熟时间、提取比例和提取时间等。Weltzien^[1]研究32种不同原料的堆肥提取液对霉病分生孢子萌发的影响，发现大部分原料的堆肥提取液对霉病分生孢子的萌发均有很好的抑制作用。关于堆肥的腐熟时间的研究，Tränkner^[2]认为一般堆肥要经过2~6个月发酵腐熟才能获得提取液。而且不同原料的堆肥腐熟时间也不同，但Scheuerell等^[25]认为堆肥腐熟程度比堆肥腐熟时间更重要。关于提取比例，有文献报道堆肥与水提取比例有1:1~1:50，但是Scheuerell等^[25]认为提取比例一般在1:3~1:10，并推荐1:10的提取比例效果最好。关于提取时间，目前还没有统一标准。Ketterer等^[26]对比提取1、3、7和14 d的抑制效果，发现提取7 d的抑制效果最好。而Hmouni等^[27]研究了以动物粪便和橄榄秸秆为原料制作的堆肥提取液，发现喷施提取7和15 d的堆肥提取液，番茄灰霉病的发病率分别减少27%~66%和41%~70%，而Elad等^[28]以牛粪、鸡粪加牛粪以及葡萄渣为原料提取10 d后的堆肥提取液能够将番茄和青椒的灰霉病发病率减少56%~100%。

在制作堆肥提取液的过程中有时会添加一些糖蜜、鱼胶物、可溶性海藻、腐殖物质等营养物质，提高防病效果。Ketterer^[29]在以马粪为原料获得的堆肥提取液中添加1%的麦乳精，对霉菌的抑制效果显著增强。Tränkner^[2]在堆肥提取过程中添加5~7 g/L蛋白胨或酵母提取物，得到的提取液对灰霉菌的抑制效果达100%。但并非所有加入添加物后的防病效果都会增强，Scheuerell等^[30]研究发现添加营养物质与未添加营养物质提取液的抑菌效果并无显著差异。

目前关于厌气获得堆肥提取液的研究报道较多，马利平等^[31-33]研究发现马、牛和猪厩堆肥获得的提取液对小麦白粉病、黄瓜霜霉病和苹果斑点病有显著抑制作用。Koné

等^[34]研究了不同原料堆肥以厌气提取方式获得的堆肥提取液对番茄叶传真菌病害的防治效果，发现厌气提取堆肥提取液均能显著抑制 *Alternaria solani*、*Botrytis cinerea* 和 *Phytophthora infestans* 的菌丝生长。然而目前对好气获得堆肥提取液的研究报道较少，Larkin^[35]浇灌好气获得的堆肥提取液，马铃薯茎溃疡病和银腐病减少到18%~33%。Scheuerell等^[36]研究发现好气堆肥提取液和厌气堆肥提取液对玫瑰白粉病的防治效果没有差异，并且认为相比通气条件，肥料来源更重要。因此，堆肥提取液提取过程中是否通气还有许多争议，防治效果受多种因素的影响。

4 问题与展望

通过综述前人的研究，发现堆肥不仅能有效防治植物病害，减少农药化肥的使用，而且还可发挥肥效，提高农作物产量。目前，虽然利用堆肥和堆肥提取液防治植物病害取得一定进展，但仍然存在一些问题，需要后续研究。主要问题有：①堆肥制作一般需要2~6个月，在农业生产上不利于推广，应继续探索影响发酵效果的因素，在保证防效的基础上继续优化发酵条件，缩短发酵时间；②堆肥防病效果受肥料来源、施肥方式、施肥时间、施肥量等的影响，今后应研究真正发挥防效的物质，便于堆肥材料的选择，而且要进一步筛选合适的施肥方式、施肥时间和施肥量，最大限度地发挥防治效果；③应继续探索堆肥提取液对植物病害的研究，并比较堆肥和堆肥提取液对植物病害在防治效果和防治机理上的差异，为农业生产选出更好的肥料形式；④关于厌气与好气获得堆肥提取液对病害防治效果的影响还有待于继续深入研究。

有关堆肥抑制植物病原菌作用的机理，Hoitink等^[37-38]认为一般有3种：物理作用、化学作用和生物作用。其中生物作用即改变土壤结构，均衡土壤营养，提高土壤微生物数量和活性。但真正的防治机理还不是很透彻，是综合因素还是有主导因素还需要进一步研究；如果有主导因素，是所有植物都相同还是各有不同；是否存在其他未知的防治机理等，都是今后重点的研究方向。

参考文献

- [1] WELTZIEN H C. Advances in biological control of fungal leaf pathogens through fermented organic substrates and microorganisms [C]//Pesticides and Alternatives: Innovative Chemical and Biological Approaches to Pest Control. Elsevier, Amsterdam, 1990:467-476.
- [2] TRÄNKNER A. Use of agricultural and municipal organic wastes to develop suppressiveness to plant pathogens [M]//Biological control of plant diseases. Springer US, 1992:35-42.
- [3] LEWIS J A. Suppression of damping-off of peas and cotton in the field with composted sewage sludge [J]. Crop Protection, 1992, 11 (3): 260-266.
- [4] STONE A. Organic matter-mediated suppression of Pythium, Phytophthora and Aphanomyces root rots in field soils [C]//Composting and compost utilization, Proceedings of 2002 international symposium. Columbus, OH., 2002:6-8.
- [5] CINTHIA. Effect of Chitin waste-based composts produced by two-phase composting on two oomycete plant pathogens [J]. Plant and Soil, 2001, 235 (1): 27-34.
- [6] TUITERT G, BOLLEN G J, BERTOLDIM D E, et al. The effect of composted vegetable, fruit and garden waste on the incidence of soil-borne plant diseases [C]//The Science of Composting (Part 2). Glasgow: Blackie Academic Professional, 1996:1365-1369.
- [7] HUANG J, LI H, YUAN H. Effect of organic amendments on Verticillium wilt of cotton [J]. Crop Protection, 2006, 25 (11): 1167-1173.

- [8] 何欣,郝文雅,杨兴明,等. 生物有机肥对香蕉植株生长和香蕉枯萎病防治的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2010,16(4):978-985.
- [9] NING L, XUE C, HUANG Q, et al. Development of a mode of application of bioorganic fertilizer for improving the biocontrol efficacy to *Fusarium* wilt [J]. *Biocontrol*, 2010, 55(5): 673-683.
- [10] 陈君. 树皮堆肥施用方式对番茄根线虫的防效[D]. 山东: 山东农业大学, 2010.
- [11] MARULL J, PINOCHET J, RODRIGUEZ-KABANA R. Agriculture and municipal compost residues for control of root-knot nematodes in tomato and pepper[J]. *Compost Science and Utilization*, 1997, 5(1): 6-15.
- [12] CHEN J, ABAWI G S, ZUCKERMAN B M. Efficacy of *Bacillus thuringiensis*, *Paecilomyces marquandii* and *Streptomyces constarcanus* with and without organic amendment against *Melolagyna hapla* infecting lettuce [J]. *Journal of Nematology*, 2000, 32: 70-77.
- [13] 房华, 廖金铃, 吴庆丽, 等. 茶树菇菌渣对番茄根结线虫病防治的初步探究[J]. 莱阳农学院学报, 2004, 21(2): 182-184.
- [14] 王博. 农业废弃物堆肥对根结线虫的抑制作用[J]. 环境科学动态, 2005(1): 12-14.
- [15] 曹志平, 周乐昕, 韩雪梅. 引入小麦秸秆抑制番茄根结线虫病[J]. 生态学报, 2010, 30(3): 765-773.
- [16] 马利平, 高芬, 乔雄梧. 家畜沤肥浸渍液对黄瓜枯萎病的防治及作用机理探析[J]. 植物病理学报, 1999, 29(3): 270-274.
- [17] 马利平, 乔雄梧, 高芬, 等. 家畜沤肥浸渍液对青椒枯萎病的防治及作用机理[J]. 应用与环境生物学报, 2001, 7(1): 84-87.
- [18] 乔雄梧, 马利平, 高芬, 等. 沤肥浸渍液对3种黄瓜病害的防治作用[J]. 应用与环境生物学报, 1999, 10(5): 178-181.
- [19] MA L P, QIAO X W, GAO F, et al. Control of sweet pepper *Fusarium* wilt with compost extracts and its mechanism[J]. *Chinese Journal of Applied and Environmental Biology*, 2001, 7(1): 84-87.
- [20] AL-MUGHRABI K I, BERTHELEME C, LIVINGSTON T, et al. Aerobic compost tea, compost and a combination of both reduce the severity of common scab (*Streptomyces scabiei*) on potato tubers[J]. *Journal of Plant Sciences*, 2008, 3(2): 168-175.
- [21] SIDDIQUI Y, MEON S, ISMAIL R, et al. Trichoderma-fortified compost extracts for the control of *choanephora* wet rot in okra production[J]. *Crop Protection*, 2008, 27(3): 385-390.
- [22] CAYUELA M L, MILLNER P D, MEYER S L F, et al. Potential of olive mill waste and compost as bio-based pesticides against weeds, fungi, and nematodes[J]. *Science of the Total Environment*, 2008, 399(1): 11-18.
- [23] ZHANG S X, ZHANG X. Effects of two composted plant pesticide residues, incorporated with *Trichoderma viride*, on root-knot nematode in balloon flower[J]. *Agricultural Sciences in China*, 2009, 8(4): 447-454.
- [24] 朱开建, 王博, 方文珍, 等. 堆肥浸提物和堆肥茶抑制爪哇根结线虫的盆栽试验[J]. 长江大学学报: 自然版, 2006, 3(1): 116-118.
- [25] SCHEUERRELL S J, MAHAFFEE W F. Compost tea: principles and prospects for plant disease control[J]. *Compost Science and Utilization*, 2002, 10(4): 313-338.
- [26] KETTERER N, FISCHER B, WELTZIEN H C. Biological control of *Botrytis cinerea* on grapevine by compost extracts and their microorganisms in pure culture[M]//VERHOEFF K, MALATHRAKIS N E, WILLIAMSON B. Recent Advances in Botrytis Research. Wageningen: Pudoc Scientific Publishers, 1992.
- [27] HMOUNI A, MOURIA A, DOUIRA A. Biological control of tomato grey mould with compost water extracts *Trichoderma* sp. and *Gliocladium* sp. [J]. *Phytopathologia Mediterranea*, 2006, 45(2): 110-116.
- [28] ELAD Y, SHTIENBEIG D. Effect of compost water extracts on grey mould (*Botrytis cinerea*) [J]. *Crop Protection*, 1994, 13(2): 109-114.
- [29] KETTERER N. Studies on the effect of a compost extraction on the leaf infections of potatoes and tomatoes by *Phytophthora infestans* as well as on the infection of grape vines by *Plasmopara viticola*, *Pseudopeziza tracheiphila* and *Uncinula necator*[D]. Bonn, Germany, 1990.
- [30] SCHEUERRELL S J, MAHAFFEE W F. Variability associated with suppression of gray mold (*Botrytis cinerea*) on geranium by foliar applications of non-aerated and aerated compost teas[J]. *Plant Disease*, 2006, 90(9): 1201-1208.
- [31] 马利平, 高芬, 武英鹏, 等. 沤肥浸渍液对黄瓜霜霉病的抑制作用及其机理[J]. 植物保护学报, 1996, 23(1): 56-60.
- [32] 高芬, 马利平, 武英鹏, 等. 沤肥浸渍液对小麦白粉病作用效果初步研究[J]. 山西农业科学, 1996, 24(4): 43-45.
- [33] 高芬, 武英鹏, 马利平, 等. 沤肥浸渍液对苹果斑点落叶病的防治研究[J]. 山西农业科学, 2000, 28(2): 3-6.
- [34] KONÉ S B, DIONNE A, TWEDELLE R J, et al. Suppressive effect of non-aerated compost teas on foliar fungal pathogens of tomato[J]. *Biological Control*, 2010, 52(2): 167-173.
- [35] LARKIN R P. Relative effects of biological amendments and crop rotations on soil microbial communities and soil-borne diseases of potato[J]. *Soil Biology and Biochemistry*, 2008, 40(6): 1341-1351.
- [36] SCHEUERRELL S J, MAHAFFEE W F. Assessing aerated and non-aerated watery fermented compost and *Trichoderma harzianum* T-22 for control of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) of Rose in the Willamette Valley, Oregon[J]. *Phytopathology*, 2000, 90(6): 69.
- [37] HOITINK H A J, STONE A G, HAN D Y. Suppression of plant disease by composts[J]. *Hortscience*, 1997, 32(2): 184-187.
- [38] HORNBY D. Suppressive soils [J]. *Annual Review of Phytopathology*, 1983, 21(1): 65-85.

(上接第 10908 页)

药典中也选择醉鱼草皂苷 IVb 作为指标成分对断血流药材的质量进行考察, 并且也只是采用薄层色谱进行定性鉴定, 无含量测定方法。部分文献研究了以醉鱼草皂苷 IVb^[8-10] 以及主要止血活性成分风轮菜皂苷 A^[11-13] 作为质控指标的检测方法。鉴于其黄酮苷可能成为未来抗癌药物研究的热点靶标, 笔者首次采用高效液相色谱法测定了断血流中香蜂草苷的含量, 试验结果表明, 该含量测定方法简便、灵敏、重现性好, 可推广使用。

参考文献

- [1] 刘霞, 徐玉春. 断血流的研究进展[J]. 中草药, 2006, 37(5): 801-803.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 306.
- [3] WANGER H, HORHAMMER L, AURNHAMMER G, et al. Structure clarification and synthesis of didymin, an isosakuranetin-7-beta-rutinoside from *Monarda didyma* L. [J]. *Chemische Berichte*, 1968, 101(2): 445-449.
- [4] 戴金瑞. 风轮菜中香蜂草甙和橙皮甙的分离与鉴定[J]. 中草药, 1983, 14(5): 1.
- [5] 陈靖宇, 陈建民, 肖培根. 荫风轮的化学成分研究(I)[J]. 天然产物研究与开发, 1997, 9(3): 5-8.
- [6] SINGHAL J, NAGAPRASHANTHA L D, VATSYAYAN R, et al. Didymin induces apoptosis by inhibiting N-Myc and upregulating RKIP in neuroblastoma[J]. *Cancer Prevention Research (Phila)*, 2012, 5(3): 473-483.
- [7] HUNG J Y, HUS Y L, KO Y C, et al. Didymin, a dietary flavonoid glycoside from citrus fruits, induces Fas-mediated apoptotic pathway in human non-small-cell lung cancer cells in vitro and in vivo[J]. *Lung Cancer*, 2010, 68(3): 366-374.
- [8] 张雷, 何兵. SPE-HPLC 测定断血流片中醉鱼草皂苷 IVb 的含量[J]. 现代医药卫生, 2007(17): 2534-2535.
- [9] 何兵, 田吉, 李春红, 等. SPE-HPLC 测定断血流胶囊中醉鱼草皂苷 IVb 的含量[J]. 药物分析杂志, 2008, 28(8): 1316-1318.
- [10] 陈月圆, 李典鹏, 卢凤来, 等. HPLC-ELSD 法测定细风轮菜中醉鱼草苷 IV 的含量[J]. 农业研究与应用, 2011(3): 22-25.
- [11] 咎丽霞. HPLC-ELSD 测定断血流中的断血流皂苷 A [J]. 华西药理学杂志, 2007, 22(6): 677-678.
- [12] 梁爱君, 邓英贤, 张传霞. HPLC 法测定断血流中断血流皂苷 A 的含量[J]. 解放军药理学学报, 2006, 22(3): 217-219.
- [13] 陈华国, 陈庆, 靳凤云. HPLC 法测定断血流中断血流皂苷的含量[J]. 贵阳中医学院学报, 2006, 28(3): 62-63.