

# Test on Control of Fusarium Wilt of Banana with Fermentation from Seafood Waste

Haojie Xu\*, Yuelian Liu#, Riqin Xu, Huilong Zhong, Guorong Wang, Weijian Huang, Qiaoling Lin

Agricultural College of Guangdong Ocean University, Zhanjiang Guangdong  
Email: #mushwoman@126.com

Received: Dec. 27<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jan. 10<sup>th</sup>, 2019; published: Jan. 17<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

The spore suspension of *Fusarium oxysporum* was inoculated into the root of banana seedlings through pot experiment, and the control effects were evaluated by three kinds of fermentation products (fermentation from fish waste, fermentation from jellyfish waste and fermentation from shrimp waste) on Banana Fusarium wilt at different concentrations. The results showed that the disease inhibition rate reached 39.7%, 33.3% and 27.6% at 10×, 50× and 100× concentration of fermentation from shrimp waste respectively after 25 days, and the control effect was the best; secondly, it was the fermentation from fish waste with the disease inhibition rate of 26.1% at 10× concentration; the last one was fermentation from jellyfish waste with the disease inhibition rate of 11.1% only. The fermentation from shrimp wastes had a significant control effect on Banana Fusarium wilt, and its mechanism might be related to its rich chitin.

## Keywords

Banana Fusarium Wilt, Waste, Fermentation, Disease Inhibition Rate

---

# 海产品下脚料发酵物对香蕉枯萎病的防治试验

徐浩杰\*, 刘月廉#, 许日钦, 钟惠龙, 王国荣, 黄伟健, 林巧玲

广东海洋大学农学院, 广东 湛江  
Email: #mushwoman@126.com

收稿日期: 2018年12月27日; 录用日期: 2019年1月10日; 发布日期: 2019年1月17日

---

\*第一作者。  
#通讯作者。

文章引用: 徐浩杰, 刘月廉, 许日钦, 钟惠龙, 王国荣, 黄伟健, 林巧玲. 海产品下脚料发酵物对香蕉枯萎病的防治试验[J]. 农业科学, 2019, 9(1): 33-38. DOI: 10.12677/hjas.2019.91006

## 摘要

通过盆栽试验,将香蕉枯萎病菌孢子悬浮液接种于蕉苗根部,评价施用3种海产品下脚料发酵物(海鱼下脚料发酵液、海蜇下脚料发酵液和海虾下脚料发酵液),不同浓度下对香蕉枯萎病的防治效果。试验结果表明,25天后,海虾下脚料发酵液在10倍、50倍和100倍浓度下的病情抑制率达39.7%、33.3%和27.6%,防治效果最好;其次是海鱼下脚料发酵液,10倍液的病情抑制率最高达26.1%;海蜇下脚料发酵液病情抑制率较低,只有11.1%。海虾下脚料发酵液对香蕉枯萎病有显著防治效果,其作用机理可能与其含有丰富的甲壳素有关。

## 关键词

香蕉枯萎病,下脚料,发酵液,病情抑制率

Copyright © 2019 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

香蕉是中国最大宗的热带水果以及第五大宗水果。近年来,香蕉种植的经济效益较好,刺激香蕉生产高速发展[1]。香蕉枯萎病是毁灭性病害,曾给巴拿马、哥斯达黎加、洪都拉斯、哥伦比亚等南美洲国家和我国台湾的香蕉产业造成毁灭性减产[2]。在全球香蕉产业迅猛发展的同时,遭遇有史以来枯萎病最严重的威胁和挑战[3]。中国是世界香蕉的主产国之一,我国的香蕉生产近50年来发展迅猛,居全球第4位。由于香蕉的高经济效益,近几年来,香蕉产业为我国国民经济的发展做出了重要贡献。但是,香蕉枯萎病的毁灭性危害已是泛滥成灾,致使香蕉产业的发展严重受限。

枯萎病是香蕉的一种毁灭性病害,其病原菌为古巴尖孢镰刀菌[*Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* (E. F. Smith) Snyder et Hansen],其中以4号生理小种对香蕉的致病力最强[4]。具有很强的传染性,一旦扩散蔓延则难以控制,该病在拉丁美洲许多国家早有发生,1904年该病在美国夏威夷首次发现,现分布遍及亚洲、非洲、澳大利亚、南太平洋岛国及热带美洲的香蕉产区[5]。

目前防治香蕉枯萎病的方法有:①轮作。由于我国香蕉种植地比较分散,排灌不统一,导致轮作难度大;②选用抗病香蕉品种。香蕉抗病品种育种周期长,短期内难以见效,并且香蕉品质也不如原来的品种;③化学防治。如使用多菌灵、敌克松、普克等杀菌剂灌兜,此法虽有一定防治作用,但效果并不理想。并且长期使用杀菌剂,还将引起农药残留、环境污染、病原菌抗药性等问题;④生物防治。此方法被认为是目前最安全的防治措施,符合环境保护和有机食品发展要求[6]。但是单纯生防菌防病速度慢,且效果不稳定,原因是生防菌作为外来菌受土壤条件影响大,不易在土壤中繁殖和发挥效果[7],近些年,海洋生防菌及其产生的活性物质在实验过程中,取得了较好的防治枯萎病的效果,但由于活性物质始终未能适应大田环境,防治效果不如预期,本实验主要是通过利用多种源于海洋环境生物加工后的下脚料为原料来进行发酵,测试其发酵产物对防治香蕉枯萎病的效果,从而达到废物利用防病控病的目的。

本研究拟通过盆栽试验研究不同浓度下3种海产品发酵物(海鱼下脚料发酵液、海蜇下脚料发酵液和

海虾下脚料发酵液)对香蕉枯萎病的防治效果。为生产实践中通过海产品发酵物防控香蕉枯萎病提供理论基础。

## 2. 材料与方法

### 2.1. 供试材料

#### 2.1.1. 供试菌种

病原菌为尖镰孢菌古巴专化型 4 号小种 [*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 4], 由广东海洋大学农业微生物实验室继代保存提供。

香蕉枯萎病菌孢子悬浮液的制备挑取在 PDA 平板上生长 5~7 天的香蕉枯萎病菌于无菌水中, 配成  $1 \times 10^6$  cfu/mL 的孢子悬浮液, 按 1% 接菌量接种到装有 200 mL PDA 培养液的 500 mL 的三角瓶中, 28℃, 200 r/min, 摇床培养 72 h 后, 以无菌水稀释得浓度为  $1 \times 10^7$  cfu/mL 的孢子悬浮液, 备用。

#### 2.1.2. 供试蕉苗

香蕉苗为巴西蕉 *Musa* AAA, 4~6 片叶, 由广东海洋大学生物研究所香蕉苗厂提供。

#### 2.1.3. 供试处理液

海鱼下脚料发酵液、海蜇下脚料发酵液和海虾下脚料发酵液, 由广东海洋大学农业微生物实验室提供。

#### 2.1.4. 其它供试材料

供试土壤: 土壤类型为玄武岩发育而成的砖红壤。

## 2.2. 研究方法

### 2.2.1. 实验设计

盆栽试验设计: 在 25℃~28℃ 温室中, 将 4~6 片叶的香蕉苗种入培养杯 (16 × 40 cm) 中, 在种植蕉苗的过程中, 要将香蕉苗茎秆基部切除一小部分, 造成伤口, 有利于病菌感染。每杯栽 3 株, 保持 25℃~28℃ 温度 50~60 RH% 湿度和正常水份管理。在栽种香蕉苗 3 天后, 按每株 1 ml 的剂量用接种针将香蕉枯萎病菌孢子悬浮液注射于蕉苗根部附近, 4 天后按每杯 10 ml 剂量注入杯中土壤中, 设 3 个处理, 分别为: 1) 海鱼下脚料发酵液; 2) 海蜇下脚料发酵液; 3) 海虾下脚料发酵液, 每个处理分 10 倍、50 倍、100 倍、1000 倍 4 个梯度和一个无处理对照组 Ck (不施用海产品发酵液), 以用一个自然对照组 Ck0 (不接病菌孢子液也不施用海产品发酵液), 每个梯度 3 个重复。由于该试验为初期探索阶段, 未设有对香蕉枯萎病菌有效的常见药剂为阳性对照, 该对照将在田间试验阶段设置。正常管理, 25 天后观察蕉苗的计算病情指数、发病率、病情抑制率及病情抑制率。

### 2.2.2. 病情分级标准及计算方法

目前国际上没有通用的香蕉枯萎病危害程度的等级指数, 参考 Mohamed 等 [7] [8] 的病情调查分级标准, 对接种病原菌的蕉苗的症状, 进行病级统计, 分级标准 (见表 1)。

病情指数 =  $\sum$  (病情级别 × 该病情级别的植株数) / (病情最高级值 × 处理植株总数) × 100。病情抑制率 = (对照病情指数 - 处理病情指数) / 对照病情指数 × 100% [9]。

## 2.3. 数据统计与分析

所得数据采用 DPS 数据处理系统进行 Duncan'test 差异显著性分析。

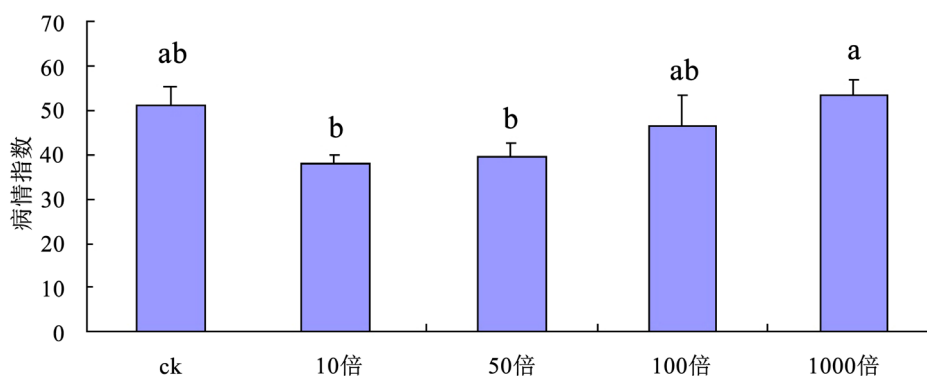
**Table 1.** Grading criteria for disease investigation**表 1.** 病情调查分级标准

病级	内部症状	外部症状
1 级	球茎不变色	叶片尚未变黄, 健康有光泽
2 级	球茎不变色, 但根与球茎交接处变色	下部叶片轻微褪绿、变黄
3 级	0%~5%球茎变色	下部叶片大部分褪绿、变黄, 上部嫩叶开始褪绿、变黄
4 级	6%~20%球茎变色	大部分或全部叶片褪绿、变黄
5 级	21%~50%球茎变色	植株死亡
6 级	50%以上球茎变色	
7 级	全部球茎变色	
8 级	死株	

### 3. 结果与分析

#### 3.1. 不同浓度海鱼下脚料发酵液对香蕉枯萎病的防治

试验结果表明, 海鱼下脚料发酵液对香蕉枯萎病的病情控制有一定的作用, 在施用浓度范围内, 香蕉苗的病情指数值被控制在 35~55 之间, 病情指数与稀释浓度呈现一定的相关性, 在 10 倍到 1000 倍的浓度区间里, 随着稀释浓度的增加, 病情逐渐加重。10 倍和 50 倍稀释度处理, 病情指数与对照组有显著性差异; 而倍稀释度 100 倍以上的处理与对照组 Ck 病情指数差异不显著(如图 1)。在 10 倍稀释浓度下, 病情的控制达到最佳, 病情抑制率可达 26.1%, 而当稀释浓度达到 100 倍以上时, 对病害控制无明显效果。



\*: 图中的小写字母表示在 5%水平的显著性差异

**Figure 1.** Disease index of banana seedlings treated with fermentation from fish waste

**图 1.** 海鱼下脚料发酵液处理下的香蕉苗病情指数

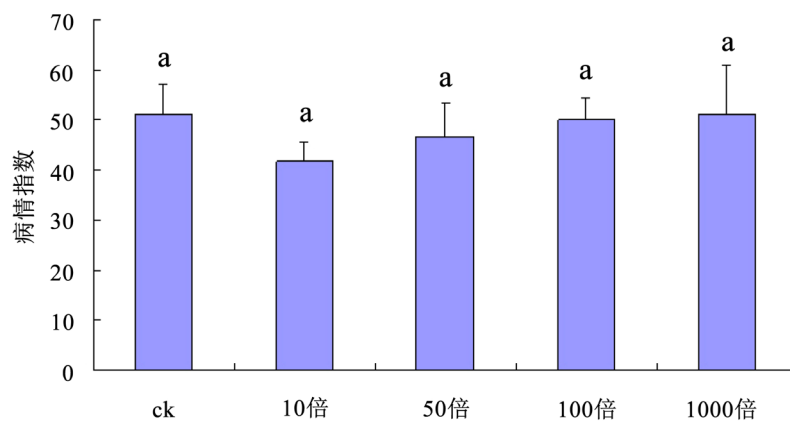
#### 3.2. 不同浓度海蜇下脚料发酵液对香蕉枯萎病的防治

试验结果表明, 试验中的 4 个稀释浓度下的发病率与对照组下的发病率并无明显区异。在施用海蜇下脚料发酵液的情况下, 香蕉苗的病情指数值被控制在 40~55 之间, 以最高浓度的处理病情抑制率仅 11.1%, 海蜇下脚料发酵液对香蕉枯萎病的病情控制有一定的作用, 但与无处理对照组对香蕉枯萎病的防治效果无显著性差异(如图 2)。

#### 3.3. 不同浓度海虾下脚料发酵液对香蕉枯萎病的防治

试验结果表明: 海虾下脚料发酵液在防治香蕉枯萎病上取得良好效果。在控制病情方面, 香蕉苗的

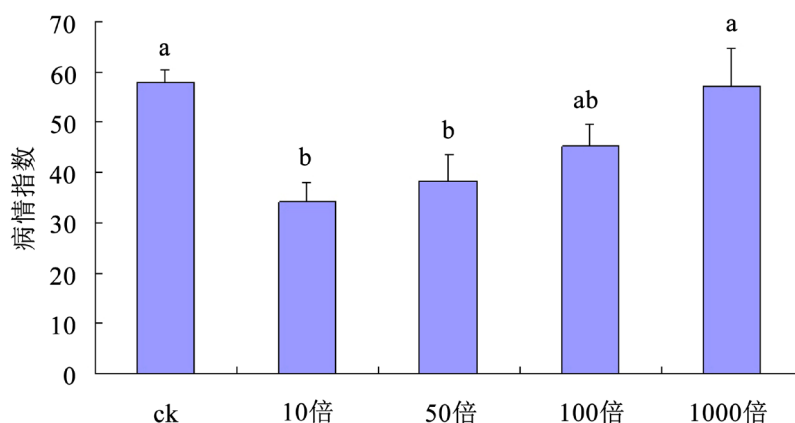
病情指数值被控制在 35~60 之间,病情指数与稀释浓度呈现一定的相关性,在 10 倍到 1000 倍的区间里,随着稀释度的增加,病情逐渐加重。在 10 倍、50 倍及 100 倍稀释度下的病情抑制率均在 25%以上,其中 10 倍和 50 倍与对照均有显著性差异,尤其在 10 倍稀释浓度下病情指数抑制率高达 39.7%,防治效果最好。在 1000 倍稀释浓度下,防治作用比较弱,与对照无显著性差异(如图 3)。



\*: 图中的小写字母表示在 5%水平的显著性差异。

**Figure 2.** Disease index of banana seedlings treated with fermentation from jellyfish waste

**图 2.** 海蜇下脚料发酵液处理下的香蕉枯萎病的病情指数



\*: 图中的小写字母表示在 5%水平的显著性差异。

**Figure 3.** Disease index of banana seedlings treated with fermentation from shrimp waste

**图 3.** 海虾下脚料发酵液处理下的香蕉枯萎病的病情指数

#### 4. 结论

试验结果显示:海虾下脚料发酵液、海鱼下脚料发酵液和海蜇下脚料发酵液对香蕉枯萎病的防治有一定的效果,其中以海虾下脚料发酵液的防效最好,10 倍液的病情抑制率最高达 39.7%;其次是海鱼下脚料发酵液,10 倍液的病情抑制率最高达 26.1%;海蜇下脚料发酵液病情抑制率较低,只有 11.1%。普遍反映病情指数与处理液浓度呈现一定的相关性。如海虾下脚料发酵液在 100 倍、50 和 10 倍浓度下的病情抑制率可达 27.6%、31.0%和 39.7%。

在本次试验中,海虾下脚料发酵液在防治枯萎病上取得良好的效果,这可能与虾壳中含有的化学成分密切相关。虾壳中含有虾青素、甲壳素和壳聚糖等主要成分。根据 Benhamou N. [10]等、李淼[11]和小红[12]等以及占魏[13]的相关研究,虾壳中的主要成分甲壳素和壳聚糖对植物生长发育具有调节作用,

能诱导植物的结构抗病性, 提高植物的抗病能力和抵御不良环境条件的能力, 因此在防治香蕉枯萎病上有良好的效果。本实验采用的虾壳有机发酵液, 主要含有甲壳素和壳聚糖, 而其对香蕉枯萎病的防治效果也从本次实验的结果中得到验证。这与徐俊光[14]在辣椒上, 廖春燕[15]在番茄上和黄建民[16]等在仙客来上所研究的结果相似。

本研究的结果表明, 在盆栽的条件下海产品加工下脚料发酵物对防治香蕉枯萎病有一定的防治效果, 在大田应用中是否有同样效果尚待进一步的研究。

## 基金项目

广东省科技攻关项目(2014A020208119)及广东海洋大学大学生创新创业训练计划项目(CQ201510566055)。

## 参考文献

- [1] 许林兵, 黄秉智, 吴元立, 黄永红, 董涛. 中国香蕉枯萎病地区栽培种多样性生产分析与建议[J]. 福建农业科技, 2011(1): 33-36.
- [2] 杨秀娟, 杜宜新, 甘林, 阮宏椿, 陈福如. 香蕉枯萎病的危害及其防治策略[J]. 广西热带农业, 2007(3): 19-21.
- [3] 徐红梅, 管兰华, 韩正敏. 香蕉枯萎病生物防治和抗病育种研究进展[J]. 中国果树, 2008(6): 42-45.
- [4] 李朝生, 霍秀娟, 韦绍龙, 韦弟, 韦华芳, 黄素梅. 5 份香蕉种质对枯萎病的抗性评价[J]. 南方农业学报, 2012, 43(4): 449-453.
- [5] 王茂明, 杨秀娟, 陈福如, 阮宏. 我国香蕉镰刀菌枯萎病的发生与防治[J]. 福建农业科技, 2005(6): 36-38.
- [6] 张志红, 李华兴, 韦翔华, 刘序, 彭桂香. 生物肥料对香蕉枯萎病及土壤微生物的影响[J]. 生态环境, 2008, 17(6): 2421-2425.
- [7] Mohamed, A.A., Mak, C., Liew, K.W., *et al.* (2001) Early Evaluation of Banana Plants at Nursery Stage for Fusarium Wilt Tolerance. In: Molina, A.B., Masdek, N.H. and Liew, K.W., Eds., *Banana Fusarium Wilt Management: Towards Sustainable Cultivation*, INIBAP Press, Rome, 174-1R5.
- [8] 张欣, 张贺, 蒲金基, 漆艳香, 谢艺贤, 兀旭辉. 香蕉枯萎病菌 4 号小种致病力分化的初步研究[J]. 中国农学通报, 2012, 28(4): 172-178.
- [9] 黄永红, 李春雨, 左存武, 梅眉, 易干军. 韭菜对巴西香蕉枯萎病发生的抑制作用[J]. 中国生物防治学报, 2011, 27(3): 344-348.
- [10] Benhamou, N., Lafontaine, P.J. and Nicole, M. (1994) Induction of Systemic Resistance to Fusarium Crown and Root Rot in Tomato Plants by Seed Treatment with Chitosan. *Phytopathology*, **84**, 1432-1444. <https://doi.org/10.1094/Phyto-84-1432>
- [11] 李淼. 甲壳素肥料在农林业上的应用[J]. 山西林业, 2012(4): 16-17.
- [12] 王小红, 马建标, 何炳林. 甲壳素、壳聚糖及其衍生物的应用[J]. 功能高分子学报, 1999(12): 197-202.
- [13] 占魏. 壳聚糖诱导香蕉抗枯萎病的作用及诱抗机制研究[D]: [硕士学位论文]. 海口: 海南大学, 2012.
- [14] 徐俊光. 壳聚糖对植物病原真菌的抑菌活性及其机理的初步研究[D]: [博士学位论文]. 大连: 中国科学院研究生院, 2007.
- [15] 廖春燕. 壳聚糖诱导植物抗病性反应及机制研究[D]: [博士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2002.
- [16] 黄建明, 郑志兴, 尉文彬, 武玉环, 曹丽霞. 甲壳素等生物制剂对仙客来枯萎病的防治效果及生长促进作用研究[J]. 中国植保导刊, 2007, 27(10): 12-14.

**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)