

# 纳米 $\text{Cu}_2\text{O}$ 对番茄早疫病菌的抑制作用研究

姜 华, 董 汇 泽, 杨 君 丽, 高 霞

(青海大学 基础部, 青海 西宁 810016)

**摘 要:**以番茄早疫病菌为试验对象,采用含药培养基法进行毒力测定,研究了不同质量浓度的纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  (250、500、750、1 000、1 250 mg/kg)对番茄早疫病菌的抑制作用。结果表明:纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  对番茄早疫病菌有明显的抑制作用。不同质量浓度的纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  对番茄早疫病菌的抑制效果不同;抑制作用与质量浓度呈正相关,毒力回归方程的相关系数达到 0.98 以上;纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  对番茄早疫病菌的有效中浓度  $\text{EC}_{50}$  为 535.8 mg/kg。

**关键词:**纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$ ;番茄早疫病菌;抑制作用; $\text{EC}_{50}$

**中图分类号:**S 436.412.1<sup>+</sup>2 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)08-0125-02

近年来的研究发现,纳米级的金属离子及金属氧化物具有很好的抑菌或杀菌效果。中国海洋大学高红秋等<sup>[1]</sup>介绍了纳米氧化亚铜在海洋防污涂料中的应用;甘林等<sup>[2]</sup>采用纳米银对甘蓝黑腐病菌的抗菌作用进行了研究,结果发现纳米银对甘蓝黑腐病菌有抑制作用;Sawai 等<sup>[3]</sup>对  $\text{ZnO}$  粉体的研究发现,它具有良好的抗菌性,甚至在较低浓度和无光条件也显示出了优异的抗菌性能,而且拥有良好的生物相容性、安全性以及长效性。应用纳米技术制备纳米级杀菌制剂,利用纳米材料的特殊性能来抑制细菌性和真菌性病害,越来越受到人们的关注和重视。番茄早疫病是保护地中发病率较高、危害比较严重的一种蔬菜真菌性病害<sup>[4]</sup>,董汇泽等<sup>[5]</sup>曾采用纳米  $\text{CuO}$  对番茄早疫病菌进行了室内抑菌效果试验,结果发现纳米  $\text{CuO}$  对番茄早疫病菌的抑制作用明显优于常用的杀菌制剂。纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  是一种半导体光催化材料,氧化能力强,催化活性高,化学性质稳定。其不仅具备纳米材料所具有的基本特性,而且在磁光电、催化方面具有一般纳米材料无法比拟的特殊功能和用途<sup>[6-7]</sup>。现以番茄早疫病菌为试验对象,研究了纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  对番茄早疫病菌的抑制作用。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

番茄早疫病菌 (*Alternaria solani*) 于 2012 年 7 月在青海省西宁市辽青蔬菜基地采集新鲜病样,在室内进行病菌的常规分离、培养、纯化和保存。

纳米氧化亚铜 ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ), 平均粒径 20 nm, 2011 年 7 月购于南京冠业化工有限公司。数控超声波发生器 (KQ-300DE 型), 由昆山市超声仪器有限公司生产。

### 1.2 试验方法

试验共设 6 个处理, 纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  的质量浓度分别为: 250、500、750、1 000、1 250 mg/kg, 以不加任何药剂为空白对照 (CK), 每个处理设 3 次重复。将培养好的番茄早疫病菌用无菌打孔器打成直径为 3 mm 的菌饼数枚待用, 参照方中达<sup>[8]</sup>方法配制专用培养基, 然后将培养基装在三角瓶中高温灭菌 30 min, 待培养基温度降至约 50℃ 左右时, 按所设的质量浓度加入纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$ , 乳化 15 min, 采用数控超声波发生器恒温超声 30 min, 使纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  与培养基充分混匀。然后将含药培养基倒入平皿中, 待培养基凝固后接入菌饼 1 枚, 将培养皿置入恒温培养箱中, 温度设定为 25℃ 下培养 7 d (168 h)。

### 1.3 项目测定

采用十字交叉法从第 4 天起 (96 h) 测量记录菌落直径, 参照郑小波<sup>[9]</sup>方法计算菌丝生长的速率。菌丝生长速率 (mm/d) = 菌落半径平均值 / 培养天数。采用第 5 天 (120 h) 测量记录的菌落直径数据, 并按照 (菌落增长直径 = 菌落直径 - 菌饼直径) 求出菌落增长直径。参照幕立义<sup>[10]</sup>方法计算纳米  $\text{Cu}_2\text{O}$  各质量浓度对菌丝生长的抑制率。抑制率 (%) = [(对照菌落增长直径 - 处理菌落增长直径) / 对照菌落增长直径] × 100%。以药剂

**第一作者简介:**姜华 (1965-), 男, 本科, 高级实验师, 现主要从事应用物理方面的研究工作。

**责任作者:**董汇泽 (1961-), 男, 本科, 教授, 现主要从事应用物理方面的研究工作。E-mail: donghuize@126.com

**基金项目:**教育部“春晖计划”资助项目 (Z2011009); 青海省科技厅科研资助项目 (2012-Z-712)。

**收稿日期:**2012-12-13

有效成分浓度对数值为自变量( $x$ ),抑制机率值为因变量( $y$ ),计算出毒力回归方程式和相关系数,再由毒力回归方程中,令  $y=5$ (即抑制 50% 的机率值),求出反常用对数  $x$  即为  $EC_{50}$  值。

## 2 结果与分析

### 2.1 纳米 $Cu_2O$ 对菌丝生长速率的影响

由表 1 可以看出,纳米  $Cu_2O$  对番茄早疫病菌有明显的抑制作用,质量浓度越高抑菌效果越好,菌丝生长得越慢;与对照相比各质量浓度处理的菌丝生长速率差异显著,质量浓度为 1 000 和 1 250 mg/kg 处理之间的菌丝生长速率无显著差异。同一处理的菌丝生长速率变化不大,总体随时间延长呈递减态势。在 96~168 h 培养时间内,质量浓度为 1 000 mg/kg 纳米  $Cu_2O$  处理,番茄早疫病菌的菌落平均直径仅增长了 9 mm,而对照则增长了 36 mm。

表 1 纳米  $Cu_2O$  对菌丝生长速率影响

质量浓度 /mg · kg <sup>-1</sup>	菌落平均直径/mm				菌丝生长速率/mm · d <sup>-1</sup>			
	96 h	120 h	144 h	168 h	96 h	120 h	144 h	168 h
1 250	7eE	9eE	13eE	17eE	0. 9eE	0. 9eE	1. 1eE	1. 2eE
1 000	8eE	10eE	15eE	17eE	1. 0eE	1. 0eE	1. 3eE	1. 2eE
750	19dD	21dD	22dD	23dD	2. 4dD	2. 1dD	1. 8dD	1. 6dD
500	26cC	29cC	31cC	33cC	3. 3cC	2. 9cC	2. 6cC	2. 4cC
250	35bB	46bB	54bB	57bB	4. 4bB	4. 6bB	4. 5bB	4. 1bB
0(CK)	44aA	52aA	69aA	80aA	5. 5aA	5. 2aA	5. 8aA	5. 7aA

注:小写字母表示在 0.05 水平上的差异显著性,大写字母表示在 0.01 水平上的差异显著性。

### 2.2 纳米 $Cu_2O$ 对菌丝生长的抑制效果

由表 2 可知,不同质量浓度的纳米  $Cu_2O$  对番茄早疫

表 2 纳米  $Cu_2O$  对菌丝生长的抑制效果

质量浓度 /mg · kg <sup>-1</sup>	浓度对数 $x$	菌落增长平均 直径/mm	抑制率 /%	抑制机率 $y$	毒力回归式	相关系数 $r^2$
1 250	3. 097	6	87. 76	6. 1650	$y = -4. 2018 + 3. 3719x$	0. 9806
1 000	3. 000	7	85. 71	6. 0669		
750	2. 875	18	63. 27	5. 3398		
500	2. 699	26	46. 94	4. 9222		
250	2. 398	43	12. 24	3. 8350		
0(CK)	—	49	—	—		

## Study on Inhibitory Effects of Nano- $Cu_2O$ on *Alternaria solani* of Tomato

JIANG Hua, DONG Hui-ze, YANG Jun-li, GAO Xia

(Basic Department, Qinghai University, Xining, Qinghai 810016)

**Abstract:** Taking *Alternaria solani* as material, the inhibitory effects of different concentrations of Nano-cuprous oxide ( $Cu_2O$ ) (250, 500, 750, 1 000, 1 250 mg/kg) on *Alternaria solani* of tomato were studied, and drug-containing medium was used for conducting the toxicity test. The results indicated that Nano- $Cu_2O$  had significant effects on Nano- $Cu_2O$  of tomato. Different concentrations of Nano- $Cu_2O$  had different inhibitory effects on *Alternaria solani* of tomato; the inhibitory effect was positively correlated to concentration, and correlation coefficient was over 0. 98; the  $EC_{50}$  was 535. 8 mg/kg for *Alternaria solani* of tomato.

**Key words:** Nano- $Cu_2O$ ; *Alternaria solani*; inhibitory effects;  $EC_{50}$

病菌的抑制效果不同,抑制作用与质量浓度呈正相关,相关系数为 0. 9806;纳米  $Cu_2O$  质量浓度为 1 000 mg/kg 时,抑制率达到 85% 以上。由毒力回归方程  $y = -4. 2018 + 3. 3719x$  可知,当  $y=5$  时,  $x=2. 7290$ ,有效中浓度  $EC_{50}$  为 535. 8 mg/kg。

## 3 结论

纳米  $Cu_2O$  对番茄早疫病菌有一定的抑制作用,不同质量浓度的纳米  $Cu_2O$  对番茄早疫病菌的抑制效果不同,抑制作用与质量浓度呈正相关,质量浓度为 1 250 和 1 000 mg/kg 的纳米  $Cu_2O$  可有效抑制番茄早疫病菌。纳米  $Cu_2O$  是一种半导体光催化材料,在不同的光照条件下其抑菌性能是否发生变化,同时纳米材料的分散性与稳定性是否影响其抑菌效果等,有关方面的试验研究正在进行之中。

## 参考文献

- [1] 高红秋,于良民,赵静,等. 纳米氧化亚铜的制备及在海洋防污涂料中的应用[J]. 上海涂料,2008,46(12):30-33.
- [2] 甘林,许文耀,江茂生,等. 纳米银对甘蓝黑腐病菌抑制作用的研究[J]. 江西农业大学学报,2010,32(3):493-497.
- [3] Sawai J, Igarashi H H A. Evaluation of growth inhibitory effete of ceramics powder slurry on bacteria by conductance method[J]. Journal of Chemical Engineering of Japan, 1995, 28:288-293.
- [4] 杨君丽,咸文荣. 青海省主要蔬菜病虫害发生与防治[J]. 青海农林科技,2002(1):26-28.
- [5] 董汇泽,杨君丽. 纳米  $CuO$  对三种蔬菜病菌的抑制作用研究[J]. 北方园艺,2011(22):129-130.
- [6] 魏明真,霍建振,伦宁,等. 一种新型的半导体光催化剂-纳米氧化亚铜[J]. 材料导报,2007,21(6):130-132.
- [7] 刘吉平. 纳米科学与技术[M]. 北京:科学出版社,2002:220-227.
- [8] 方中达. 植病研究方法[M]. 3 版. 北京:中国农业出版社,2007:37-52.
- [9] 郑小波. 疫霉菌及其研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1997:90-91.
- [10] 幕立义. 植物化学保护研究方法[M]. 北京:中国农业出版社,1994:29-67.