

◆ 研究与开发 ◆

助剂对异菌脲防治烟草灰霉病的增效作用研究

石妍¹, 梁颁捷², 张珊珊², 张绍升¹, 刘国坤¹, 顾钢³, 肖顺^{1*}

(1. 福建农林大学 植物保护学院 福州 350002 2. 福建省烟草公司 三明市公司 福建三明 365000 ;3. 福建省烟草公司 烟草科学研究所 福州 350003)

摘要:为明确助剂对异菌脲生物活性的影响,采用室内生物活性测定法研究了6种助剂对异菌脲防治烟草灰霉病的增效作用及对药液物理性状的影响。结果表明,供试的6种助剂对异菌脲均有不同程度的增效作用,有机硅助剂的增效作用大于植物油助剂,不同有机硅助剂的增效作用也存在差异。有机硅助剂显著降低了异菌脲药液的表面张力,增大了药液的扩展直径,增加了药液在烟草叶面的持留量。

关键词:烟草灰霉病;异菌脲;助剂;增效作用;室内生物活性测定

中图分类号:TQ 450.2+1 文献标志码:A doi:10.3969/j.issn.1671-5284.2018.04.003

Synergism of Adjuvants on Iprodione in Controlling *Botrytis cinerea*

Shi Yan¹, Liang Ban-jie², Zhang Shan-shan², Zhang Shao-sheng¹, Liu Guo-kun¹, Gu Gang³, Xiao Shun^{1*}

(1. College of Plant Protection, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China; 2. Sanming Branch of Fujian Tobacco Company, Fujian Sanming 365000, China; 3. Institute of Tobacco Science, Fujian Tobacco Company, Fuzhou 350003, China)

Abstract: In order to clear the effects of adjuvants on iprodione, the synergism of six adjuvants on iprodione in controlling *Botrytis cinerea* and the changes of physical properties of the solution were determined by means of bioassay in laboratory. The results showed that the tested six adjuvants all increased the control efficacies of iprodione on *Botrytis cinerea*. The synergism effects of organosilicon adjuvants were better than that of plant oil adjuvant. And different organosilicon adjuvants had different control efficacy. The organosilicon adjuvants reduced evidently surface tension of iprodione, improved spreading diameter and increased the leaf retention.

Key words: *Botrytis cinerea*; iprodione; adjuvant; synergism effect; indoor biological activity; determination

烟草灰霉病是由半知菌丝孢目真菌灰葡萄孢菌(*Botrytis cinerea*)引起的病害,烟株的整个生长发育期均可发生,在我国黑龙江、陕西、福建、云南等烟区普遍发生且较为频繁^[1-3]。其病原菌主要侵染叶片和茎部,造成烟叶组织坏死、腐烂,对烟叶产量和品质造成一定影响^[1,4]。

烟草灰霉病的防治以化学防治为主,目前市场上常用的化学药剂有异菌脲、腐霉利、啞霉胺、啞酰菌胺、吡唑醚菌酯+代森联等。其中异菌脲是二甲酰亚胺类高效广谱、触杀型杀菌剂,在福建烟区使用

较普遍。农药助剂的应用能降低农药使用量,减少农药残留,提高药剂的药效及耐雨水冲刷能力^[5]。许勇华等^[5]研究表明,添加有机硅助剂的10%苯醚菌酯悬浮剂对瓜类炭疽病的活性高于未添加有机硅助剂的制剂,且添加不同有机硅助剂的制剂室内活性有较大差异。刘鹏飞等^[6]通过离体叶片法测定不同助剂的增效作用,结果表明,有机硅助剂Silwet L77有效降低植物蜡质表面药液张力,对啞菌啞唑防治番茄灰霉病的增效作用显著。任莉等^[7]研究表明,添加有机硅助剂可有效防止喷水处理对咪鲜胺防效的降低

收稿日期:2018-01-19

基金项目:中国烟草总公司福建省公司科技项目(闽烟司科 201635000020073、201735000027131)

作者简介:石妍(1986—)女,硕士,助理实验师。研究方向:生物农药。E-mail: shiyanshelly@163.com

通讯作者:肖顺(1978—)男,副教授。研究方向:植物病害防治。E-mail: shunxiao@fafu.edu.cn

作用,提高咪鲜胺的耐水冲刷能力,延长持效期。

目前有关异菌脲与助剂的协同增效研究鲜有报道。本试验选用5种有机硅助剂和1种植物油助剂,研究其对异菌脲防治烟草灰霉病的增效作用及其增效机理,以期筛选出对异菌脲增效显著的助剂,用于生产实践。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试药剂及助剂

供试药剂:50%异菌脲可湿性粉剂,江苏快达农化股份有限公司。

有机硅助剂:杰效利、丝润,迈图高新材料(南通)有限公司;久农丰,石家庄久农丰化工科技有限公司;要友,青岛海利诺生物科技有限公司;百士威增效王,山东百士威农药有限公司。

植物油助剂:松树油,福建省泉州德盛农药有限公司。

1.1.2 供试菌株和培养基

烟草灰霉病菌由福建农林大学植物病原实验室从福建省泰宁县烟区发病田中分离得到并保存。

培养基为马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基。

$$\text{菌丝生长抑制率}/\% = \frac{\text{空白对照菌落增长直径} - \text{药剂处理菌落增长直径}}{\text{空白对照菌落增长直径}} \times 100 \quad (1)$$

1.2.2 助剂对异菌脲药液表面张力的影响

1.2.1中配制的含助剂药液作为待测液,采用表面张力仪测定其表面张力,每处理重复3次,取其平均值。

1.2.3 助剂对异菌脲药液扩展直径的影响

参照刘永强等^[9]的方法。将1.2.1中配制的含助剂药液作为待测液,用微量移液枪移取10 μL待测液滴于培养皿底部中央,30 s后,用记号笔标注扩展区域,测量液滴扩展的最大和最小直径,取其平均值(即为药液扩展直径),每处理重复3次。

1.2.4 助剂对异菌脲药液在烟草叶片上最大持留量的影响

参考张忠亮等^[10]的方法。剪取烟草叶片,测量叶片面积(S),用精密电子天平称量叶片质量(m_0),然后放入各处理药液中浸泡10 s取出,垂直悬置,待无液滴下落时称其质量(m_1)。根据公式(2)计算药液最大持留量 R_m 。每处理重复5次,取平均值。

$$R_m/(\text{mg} \cdot \text{cm}^{-2}) = \frac{m_1 - m_0}{2S} \quad (2)$$

1.1.3 供试烟草

烟草于2017年4月采自福建省三明市烟区。

1.2 试验方法

1.2.1 助剂对异菌脲抑制烟草灰霉病菌的增效作用

参照农药室内生物测定试验准则(杀菌剂),采用平皿法^[8]。

药剂处理:将50%异菌脲可湿性粉剂按使用要求用无菌水稀释1 250倍,使药剂质量浓度为0.80 mg/L。按1%(质量分数)的用量将6种助剂分别添加到上述异菌脲稀释液中,充分混匀,以不添加助剂的同等质量浓度异菌脲药液为对照处理(CK1)。在无菌操作条件下,将含有不同助剂的异菌脲药液分别加入到PDA培养基中(两者质量比1:9),充分摇匀,然后等量倒入3个直径为9 cm的培养皿中,制成一定浓度的含药和助剂的平板。以不含药剂的处理作为空白对照(CK2),每处理3次重复。

接种:将培养好的病原菌,在无菌条件下用直径5 mm的灭菌打孔器,自菌落边缘切取菌饼,将菌饼接种于平板中央,菌丝面朝上,盖上皿盖,置于28℃培养箱中黑暗培养5 d。

调查:采用十字交叉法测量菌落直径,根据公式(1)计算含助剂的药剂对病原菌的菌丝生长抑制率。

1.3 数据统计与分析

试验数据采用Excel和DPS软件进行分析处理,采用Duncan氏新复极差检验差异显著性。

2 结果与分析

2.1 助剂对异菌脲抑制烟草灰霉病菌的增效作用

试验结果见图1。添加6种助剂的异菌脲药液对烟草灰霉病菌的活性高于未添加助剂的药液,但不同的助剂对异菌脲的增效作用不同。有机硅助剂杰效利、丝润、久农丰、要友对异菌脲抑制病原菌菌丝生长具有较明显的增效作用。异菌脲对灰霉病菌菌丝生长抑制率为66.39%,添加有机硅助剂杰效利、丝润、久农丰和要友后,药剂对菌丝的生长抑制率分别为88.89%、87.78%、86.94%和83.33%;有机硅助剂百士威对异菌脲抑制病原菌菌丝生长的增效作用较低,菌丝生长抑制率为76.67%。而植物油助剂松树油对异菌脲抑制病原菌菌丝生长的增效作用不明显,菌丝生长抑制率为74.72%。

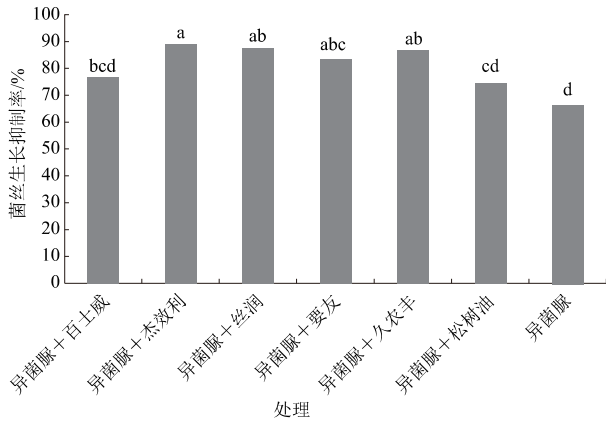


图 1 助剂对异菌脲抑制烟草灰霉病的增效作用

2.2 助剂对异菌脲药液表面张力、扩展直径及持留量的影响

6种助剂对异菌脲药液表面张力、扩展直径及在烟草叶片上最大持留量的影响见表1。

表 1 助剂对药液表面张力、扩展直径及叶片最大持留量的影响

处理	表面张力		扩展直径		最大持留量	
	平均值/(mN·m ⁻¹)	增幅/%	平均值/cm	增幅/%	平均值/(mg·cm ⁻²)	增幅/%
异菌脲+百士威	27.56 ± 0.38 d	-27.72	1.93 ± 0.59 c	75.75	5.10 ± 2.20 b	4.08
异菌脲+杰效利	21.80 ± 0.45 e	-42.83	4.30 ± 0.87 a	290.91	6.20 ± 1.10 ab	26.53
异菌脲+丝润	25.62 ± 0.56 de	-32.81	2.38 ± 0.40 bc	116.36	5.50 ± 0.90 b	12.24
异菌脲+要友	23.50 ± 0.82 e	-38.37	4.51 ± 0.72 a	310.00	5.50 ± 0.90 b	12.24
异菌脲+久农丰	28.32 ± 0.79 d	-25.73	2.87 ± 0.36 b	160.91	5.20 ± 0.30 b	6.12
异菌脲+松树油	33.78 ± 0.59 c	-11.41	1.28 ± 0.18 d	16.36	7.90 ± 3.70 a	61.22
异菌脲(CK1)	38.13 ± 0.76 b		1.10 ± 0.32 d		4.90 ± 0.50 b	
清水对照(CK2)	71.50 ± 0.24 a		0.85 ± 0.14 d		4.20 ± 0.60 b	

供试6种助剂均能增加异菌脲药液在烟草叶片上的持留量。其中,植物油助剂松树油效果较好,最大持留量增加61.22%;5种有机硅助剂对药液持留量的增幅较小,增幅依次为杰效利>丝润、要友>久农丰>百士威。

3 结论与讨论

助剂对异菌脲抑制烟草灰霉病菌菌丝生长具有较明显的增效作用,不同助剂与异菌脲混配使用效果有差异。供试6种助剂的增效作用依次为:杰效利>丝润>久农丰>要友>百士威>松树油。有机硅助剂的增效作用大于植物油助剂。其增效机制可能是有机硅助剂显著降低异菌脲药液的表面张力,增大药液的扩展直径,促进药液在介质中的渗透,充分发挥药效。助剂对药液物理性状的改变可能与其增效作用有关^[11]。

本试验中,添加有机硅助剂的异菌脲药液与添加植物油助剂的药液相比,表面张力更低,扩展直

由表1可以看出,6种助剂均可以降低异菌脲药液的表面张力。添加有机硅助剂药液表面张力小于添加植物油助剂药液表面张力。不同有机硅助剂对药液表面张力的降低也存在差异。其中,有机硅助剂杰效利的作用最强,表面张力下降42.83%;添加有机硅助剂要友、丝润、百士威、久农丰的异菌脲药液表面张力分别下降38.37%、32.81%、27.72%和25.73%。添加植物油助剂松树油后药液表面张力下降11.41%。

药液的扩展直径反映药液在作物叶片表面的铺展能力。试验结果表明,供试的6种助剂均可增加异菌脲药液的扩展直径。其中,添加有机硅助剂要友和杰效利的异菌脲药液的扩展直径增幅较大,增幅分别为310.00%和290.91%;有机硅助剂丝润、久农丰、百士威效果居中,植物油助剂松树油效果较差,增幅仅为16.36%。

径更大,但药液持留量较低,这可能是因为药液添加有机硅助剂后表面张力过低,使其在烟草叶片表面形成一层极薄的“液膜”,而导致药液流失^[11]。此外,不同有机硅助剂的增效作用也存在差异,这可能是由于不同有机硅助剂的结构及质量不同,对药剂的分散作用也不同^[10]。

介质不同,助剂对药剂的分散作用也不同。刘鹏飞等^[6]采用菌丝生长速率法、菌丝干重法和离体叶片法测定助剂对啉菌唑的增效作用,结果显示,3种测定方法筛选出的助剂种类也有差异。本试验仅在室内条件下初步探讨助剂对异菌脲药液的增效作用,此结果需进一步通过活体植株试验、田间药效试验明确,并确定其安全有效的使用剂量。

参考文献

- [1] 邓真,顾钢,张绍升.福建省烟草灰霉病的发生与病原鉴定[J].亚热带农业研究,2012,8(3):164-168.

(下转第 17 页)

行正常,出水水质达到设计要求,并通过当地环保局验收。运行监测结果见表3,废水处理系统各单元处理效果见表4。

表3 系统整体运行检测效果

项目	COD/(mg·L ⁻¹)	色度(倍数)	悬浮物/(mg·L ⁻¹)	pH值
进水	8 200~10 500	227~235	367~425	8.3~9.5
出水	356~411	52~61	67~88	6.3~6.5
排放标准	≤500	≤80	≤400	6~9

表4 废水处理系统各单元处理效果

处理单元	COD		pH值	
	质量浓度/(mg·L ⁻¹)	去除率/%	处理前	处理后
原水	10 100		9.0	
调节池	9 520	5.7	9.0	3.0
混凝沉淀池	7 310	23.2	3.0	3.0
复合微电解塔	6 080	16.8	3.0	3.0
多级Fenton反应器	1 116	81.6	3.0	3.0
化学调节池	508	54.5	3.0	6~7
活性炭滤池	365	28.1	6~7	6~7

4 废水处理系统的技术经济分析

该苯磺隆生产企业废水处理系统总占地面积217.9 m²(包括绿化和道路),其中废水处理占地152.8 m²。工程总投资280万元,废水处理系统进/出水量为20 m³/d。

统计废水处理系统运行成本。1)电费。废水处理系统总设计功率为14.4 kW,常用运行功率为8.7 kW。1 kW/h电能按0.60元计,废水处理流量为2吨/h,则废水处理电费为 $8.7 \times 0.7 \times 0.60/2=1.83$ 元/吨。其中,0.7为常用设备的运行效率。2)人工费。废水处理站可实现自动运行,无需专人管理,只配置场内环保管理人员1人兼职负责维护。因此,人工费可忽略不计。3)药剂费。该废水处理工艺需用硫酸亚铁、絮凝剂PAM、双氧水、氢氧化钙和硫酸等药剂,但每种

药品用量均较少。根据现行物价,PAM消耗量大约为0.2 kg/d,价格为30元/kg;硫酸亚铁消耗量为1 kg/d,价格为4元/kg;双氧水消耗量大约为5 kg/d,价格为3 000元/吨(液态);氢氧化钙消耗量大概为2 kg/d,价格为200元/吨;硫酸消耗量大概为0.05 kg/d,价格为4 000元/吨(液态)。废水处理系统药剂估计费用为1.28元/吨。废水总计处理费用为:电费+人工费+药剂费=1.83+0+1.28=3.11元/吨(不含折旧、大修费用)。

5 结论

采用混凝沉淀、复合微电解、多级Fenton氧化处理苯磺隆生产废水具有良好的处理效果,排放水达到《污水综合排放标准》(GB 8978—1996)三级标准。该处理工艺可行,可为苯磺隆生产废水快速处理提供新思路。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业农村部农药检定所. 农药登记数据 [EB/OL]. [2018-04-23]. <http://www.chinapesticide.gov.cn/hysj/index.jhtml>.
- [2] 唐婧艳, 韩卫清, 袁从强, 等. 物化和生物法组合工艺处理农药车间废水 [J]. 工业水处理, 2015, 35 (12): 100-102.
- [3] 薛谊. 铁碳微电解组合工艺处理农药制药废水研究 [J]. 化工管理, 2017 (34): 117-118.
- [4] Brillas E, Sires I, Oturan M. Electro-Fenton Process and Related Electrochemical Technologies Based on Fenton's Reaction Chemistry [J]. Chem Rev, 2009, 109 (12): 6570-6631.
- [5] 薛鹏程, 刘锋, 黄天寅, 等. 农药废水处理工程实例 [J]. 水处理技术, 2016, 42 (2): 126-128; 132.
- [6] 高畅宇, 陈莉莉. Fenton氧化法处理噁草酮生产废水 [J]. 安徽化工, 2016, 42 (3): 68-70.
- [7] 王龙辉, 杜世章, 蒋连, 等. 高级氧化法处理农药废水的研究进展 [J]. 环保科技, 2016, 22 (4): 48-53. (责任编辑:柏亚罗)
- [8] 中华人民共和国农业部. NY/T 1156.2—2006 农药室内生物测定试验准则 杀菌剂第2部分: 抑制病原真菌菌丝生长试验 平皿法 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
- [9] 刘永强, 张贵森, 周超, 等. 阳离子助剂1227和C₈₋₁₀及有机硅助剂 Breakthru S240对三种杀虫剂的增效作用 [J]. 昆虫学报, 2011, 54 (8): 902-909.
- [10] 张忠亮, 李相全, 王欢, 等. 六种有机硅助剂对氟磺胺草醚的增效作用及其增效机理初探 [J]. 农药学报, 2015, 17 (1): 115-118.
- [11] 牛宏波, 李香菊, 崔海兰, 等. 助剂对甲基二磺隆防除节节麦的增效作用及增效机制 [J]. 农药, 2013, 52 (4): 301-303. (责任编辑:顾林玲)

(上接第14页)

- [2] 郭兆奎, 辛钢, 孙剑平, 等. 烟草灰霉病侵染条件的研究 [J]. 中国烟草科学, 1997, 18 (3): 15-18.
- [3] 田佳, 安德荣, 雷超, 等. 陕西烟田病害种类调查 [J]. 中国烟草科学, 2016, 37 (5): 57-62.
- [4] 周荣金, 陈永珍, 黎起秦, 等. 烟草灰霉病复合生防细菌的筛选 [J]. 中国烟草学报, 2014, 20 (6): 107-112.
- [5] 许勇华, 胡冬松, 高云英, 等. 3种有机硅助剂对2种水性化农药制剂的增效作用 [J]. 现代农药, 2011, 10 (3): 20-23.
- [6] 刘鹏飞, 陈凤平, 韩平, 等. 表面活性剂对啶菌噁唑防治番茄灰霉病的增效作用 [J]. 农药, 2010, 49 (1): 31-33.
- [7] 任莉, 陈坤荣, 刘凡, 等. 有机硅助剂对咪鲜胺防治油菜菌核病的