

◆ 药效与应用 ◆

不同药剂防控食用菌菇蝇效果探究

盛桂林¹, 陆明星², 钱忠海¹, 曾晓萍³, 顾鲁同³, 沈迎春^{1*}

(1. 江苏省农药总站, 南京 210036; 2. 扬州大学植物保护学院, 江苏扬州 225009; 3. 江苏省农业技术推广总站, 南京 210036)

摘要: 菇蝇是食用菌主要发生害虫之一, 严重降低食用菌品质, 威胁产业发展。本研究通过药剂筛选试验确认了1% S-烯虫酯颗粒剂、10%吡虫啉可湿性粉剂、800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂等药剂对菇蝇的防效, 并通过1年3地药效试验进行了验证。结果表明, 800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂400~800倍稀释液能有效防治菇蝇。

关键词: 菇蝇; 苏云金杆菌; 药效试验; 安全性

中图分类号: S 481+.9 文献标志码: A doi: 10.3969/j.issn.1671-5284.2026.01.015

Study on the efficacy of different pesticides against mushroom fly

SHENG Guilin¹, LU Mingxing², QIAN Zhonghai¹, ZENG Xiaoping³, GU Lutong³, SHEN Yingchun^{1*}

(1. Institute for the Control of Agrochemicals Jiangsu Province, Nanjing 210036, China; 2. College of Plant Protection, Yangzhou University, Jiangsu Yangzhou 225009, China; 3. Jiangsu Provincial Agricultural Technology Extension Station, Nanjing 210036, China)

Abstract: The mushroom fly is one of the major pests occurring in edible fungi, seriously reducing the quality of edible fungi and threatening the industrial development. This study verified the control efficacies of S-methoprene 1% GR, imidacloprid 10% WP, and *Bacillus thuringiensis* 800 ITU/mg SC against mushroom flies by field screening trials. And validated the control efficacies of *Bacillus thuringiensis* 800 ITU/mg SC by one-year field efficacy tests in three locations. The results exhibited that *Bacillus thuringiensis* 800 ITU/mg SC 400-fold and 800-fold dilution could effectively control mushroom flies.

Key words: mushroom fly; *Bacillus thuringiensis*; efficacy trial; safety

中国是认识和利用食用菌最早的国家^[1]。目前, 我国食用菌种类近1 000种, 其中约有200种食用菌被广泛食用^[2], 年总产量超过4 200万吨, 稳居世界最大食用菌生产国和出口国^[3-4]。双孢菇是我国食用菌代表性品种之一, 近年来在乡村振兴战略背景下, 种植面积不断扩大, 经济效益显著提升。

菇蝇是双孢菇等食用菌生长季发生的主要害虫。其幼虫孵化后通过蛀食菌丝体导致菌包萎缩, 或穿透子实体菌盖造成菇体畸形, 严重时导致栽培减产50%以上, 严重制约食用菌产业发展。目

前, 登记用于防治菇蝇的化学药剂仅有噻虫嗪、灭蝇胺和高效氯氟氰菊酯等少数几种, 暂无生物农药登记^[5]。本研究以食用菌菇蝇为防治对象, 探索生物农药苏云金杆菌对其防效, 明确使用剂量, 为食用菌绿色栽培提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料和地点

1.1.1 供试靶标和作物

供试靶标为菌蛆(短脉异蚤蝇 *Megaselia curti-*

收稿日期: 2025-12-22

基金项目: 江苏省特色作物适用农药筛选项目(2020-SJ-023、2021-SJ-073、2023-SJ-082、2025年度、2026年度); 江苏现代农业(蔬菜)产业技术体系食用菌创新团队(JATS[2019]340、JATS[2021]354、JATS[2022]357、JATS[2023]320)

作者简介: 盛桂林(1992—), 男, 江苏扬州人, 农艺师, 硕士, 主要从事经济作物病虫害防控技术研究。E-mail: 1611281012@qq.com

通信作者: 沈迎春(1970—), 女, 南京人, 研究员, 硕士, 主要从事农药登记管理和农药应用技术研究。E-mail: 515512896@qq.com

neura)。作物为双孢菇(福建、山东品种为As2796,江苏品种为W192)。

1.1.2 供试药剂

800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂、10%吡虫啉可湿性粉剂,江苏省扬州绿源生物化工有限公司;1% S-烯虫酯颗粒剂,胜杰生命科技(潜江)有限公司。

1.1.3 试验地点

筛选试验设在江苏省南京市高淳区,登记试验分别设在江苏省南京市高淳区、山东省泰安市泰山区、福建省莆田市仙游县。

1.2 试验方法

1.2.1 筛选试验

试验设4个药剂处理:1% S-烯虫酯颗粒剂50 g/m²(制剂量),800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂400倍和800倍液;10%吡虫啉可湿性粉剂1.4 g/m²(制剂量);另设清水处理为空白对照。采用喷雾处理。施药时菇房处于采收末期,生长和出菇均正常,害虫主要为菇蚊,约占90%,菇蝇约占10%。分别于施药前调查虫口基数,药后3 d、7 d和14 d分3次调查残虫数。调查时每小区5点取样,每点采1~2朵菇,并挖取菇周围土样,部分菇床基本无菇则只采集土样。采样区域为圆形,面积约32 cm²,采样深度3~4 cm,样品质量60~80 g。调查计数所有幼虫(蛹)数量。施药后观察药害情况。

1.2.2 登记试验

试验设置800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂400、

800和1 200倍液3个剂量处理,10%吡虫啉可湿性粉剂3 g/m²(制剂量)处理,以及清水空白对照,分别在江苏、山东和福建开展1年3地药效试验。药前调查虫口基数,药后3、7、14 d调查残虫数,计算虫口减退率及防效。调查时每小区5点取样,每点采1~2朵菇,并挖取菇周围土样,部分菇床基本无菇则只采集土样。采样区域为圆形,面积约32 cm²,采样深度3~4 cm,样品质量60~80 g。调查计数所有幼虫(蛹)数量。施药后观察药害情况。

1.3 防效计算方法

利用DPS软件进行统计分析,根据处理区和对照区施药前后的菇蝇虫口数计算虫口减退率、校正防效。差异显著性分析采用邓肯氏新复极差DMRT法。

$$\text{虫口减退率}/\% = \frac{\text{药前活虫数} - \text{药后活虫数}}{\text{药前活虫数}} \times 100$$

$$\text{防治效果}/\% = \frac{\text{施药区虫口减退率} - \text{对照区虫口减退率}}{1 - \text{对照区虫口减退率}} \times 100$$

2 试验结果

2.1 药剂筛选试验结果

试验结果表明,800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂、1% S-烯虫酯颗粒剂、10%吡虫啉可湿性粉剂对菇蝇均具有一定的抑制作用。1% S-烯虫酯颗粒剂、10%吡虫啉可湿性粉剂和800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂400倍液处理药后7、14 d的防治效果均超过75%(表1)。试验期间,各药剂处理区未发现药害。

表1 药剂筛选试验结果

药剂	稀释倍数	制剂量/(g/m ²)	药后3 d		药后7 d		药后14 d	
			虫口减退率/%	防效/%	虫口减退率/%	防效/%	虫口减退率/%	防效/%
1% S-烯虫酯颗粒剂		50	12.0	10.3dD	77.3	77.0abAB	79.6	79.7abAB
800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂	800倍	0.3	17.8	17.3cC	69.7	69.1bB	72.8	72.2bB
800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂	400倍	0.6	50.3	49.4aA	75.9	75.8abAB	77.3	77.1abAB
10%吡虫啉可湿性粉剂		1.4	44.9	44.5bB	79.7	79.6aA	83.3	83.3aA
清水处理			1.22		0.45		1.05	

注:同列不同字母表示差异显著(大写字母表示0.01水平、小写字母表示0.05水平);下表同。

2.2 登记试验结果

根据筛选试验结果,进一步细化生物农药800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂试验剂量,并在江苏、山东和福建3地开展田间登记试验。结果表明,800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂稀释400~1 200倍,在江苏地区药后7 d和药后14 d的防效均超过70%,且随着剂量增大,防效增加。其中,其400倍液的防效超过对照药剂10%吡虫啉可湿性粉剂的防效。在山东

开展的药效试验表明,与对照药剂相比,800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂高剂量处理药后7 d的防效最高,接近80%,药后14 d的防效有所下降。在福建开展的药效试验结果表明,药后7 d和14 d,800 ITU/mg苏云金杆菌悬浮剂中,高剂量处理的防效均较为理想,且药后14 d的防效高于药后7 d的防效。试验期间,福建试验各处理药后1、3 d的蘑菇子实体菌盖均呈现不同程度的黄化斑,出现药害症状;清水对照区

蘑菇子实体亦出现黄化症状,但相对于药剂处理区发生轻微。药后 7 d,药剂处理区与对照区黄化症状

无显著性差异。药后 14 d 各药剂处理均未出现明显药害症状。江苏、山东试验未出现药害症状。

表 2 登记试验结果

地区	药剂	剂量或稀释倍数	防效/%		
			药后 3 d	药后 7 d	药后 14 d
江苏	800 ITU/mg 苏云金杆菌悬浮剂	1 200 倍	61.50cC	74.60dD	70.50cC
		800 倍	65.90bB	83.00bB	76.20bB
		400 倍	73.60abAB	90.40aA	84.20aA
山东	10%吡虫啉可湿性粉剂	3 g/m ²	73.80aA	79.60cC	70.50cC
		1 200 倍	52.40cC	57.39cC	49.72cC
		800 倍	61.29bB	66.19bB	60.92bB
福建	800 ITU/mg 苏云金杆菌悬浮剂	400 倍	71.01aA	79.85aA	65.51aA
		3 g/m ²	65.71bAB	76.23abAB	63.58abAB
		1 200 倍	53.14cC	64.37bC	71.54cC
福建	10%吡虫啉可湿性粉剂	800 倍	61.50bBC	74.05aABC	77.70bBC
		400 倍	67.66abAB	80.52aA	84.64aAB
		3 g/m ²	69.15aA	79.06aAB	85.84aA

3 讨论

菇蚊、菇蝇是双孢菇生长季主要发生害虫,生长周期短,繁殖系数高,危害性强。基于前期研究结果^[6-7],本研究通过 1 年 3 地试验证实生物农药 800 ITU/mg 苏云金杆菌悬浮剂防治效果较好,稀释 400~800 倍时,施药 7 d 后,防效在 75% 以上,可作为双孢菇上防控菇蚊、菇蝇适用药剂。且其作为生物农药,残留风险低,对环境友好,可为其他食用菌上菇蚊、菇蝇防控提供参考。

药剂方面,除 800 ITU/mg 苏云金杆菌悬浮剂外,10%吡虫啉可湿性粉剂和 *S*-烯虫酯颗粒剂均对菇蚊、菇蝇具有一定抑制作用。吡虫啉作为新烟碱类杀虫剂,被广泛用于蚜虫、叶蝉等常见半翅目害虫防控^[8-9]。*S*-烯虫酯作为一种保幼激素类似物,通过干扰昆虫体内保幼激素的正常代谢水平,可调控昆虫的发育、变态以及生殖等过程^[10]。目前,*S*-烯虫酯仅作为卫生杀虫剂登记用于防控室外蚊(幼虫)。研究表明,*S*-烯虫酯对储粮害虫杂拟谷盗、锈赤扁谷盗等防控效果较好,对蚕豆蚜虫也具有一定防效^[11]。下一步将开展残留试验,为生产应用提供技术指导。

药害是药剂推广应用的重要评判影响因子,受多种因素影响。本研究中,福建试验点双孢菇经 800 ITU/mg 苏云金杆菌悬浮剂处理后,药后 1、3 d,双孢菇呈轻微黄化症状,后期自行缓解。山东与福建试验用双孢菇品种相同,山东试验药后初期双孢菇未出现药害,猜测可能与福建种植环境、双孢菇生长状态

有关。下一步可进一步开展试验探究黄化产生原因。

参考文献

- [1] 张金霞,陈强,黄晨阳,等.食用菌产业发展历史、现状与趋势[J].菌物学报,2015,34(4):524-540.
- [2] 戴玉成,庄剑云.中国菌物已知种数[J].菌物学报,2010,29(5):625-628.
- [3] 李晓,李玉.中国秸秆菌业现状及研究进展[J].菌物研究,2024,22(2):118-129.
- [4] 鲍大鹏,邹根,裴晓东,等.中国食用菌产业实现高质量现代化发展的路径探讨[J].食用菌学报,2022,29(6):103-110.
- [5] 农业农村部农药检定所.农药登记数据[DB/OL].[2025-12-10].
<http://www.chinapesticide.org.cn/zwb/dataCenter>.
- [6] 沈迎春,张怡,钱忠海,等.生物农药防治双孢蘑菇菇蚊效果初探——以苏云金杆菌以色列亚种为例[J].农药科学与管理,2017,38(11):47-51.
- [7] 张怡,钱忠海,刘琴,等.除虫脲防治季节性栽培双孢蘑菇菇蚊效果初探[J].农药,2017,56(7):521-523.
- [8] 李仁,梁平卓,程沈航,等.我国棉蚜对吡虫啉和氟啶虫胺腈抗性水平监测与交互抗性分析[J].植物保护学报,2021,48(5):1104-1113.
- [9] 从春蕾,刘天雷,张玉波,等.贵州省 6 地小绿叶蝉种群对杀虫剂的敏感性[J].中国植保导刊,2019,39(3):68-72.
- [10] 黄超,吕建华,胡森,等.*S*-烯虫酯对 6 种储粮害虫不同虫态生长发育的影响研究[J].中国粮油学报,2025,40(10):9-14.
- [11] 辛佳瑜,张廷伟,袁月,等.*S*-烯虫酯对豌豆蚜生长发育和繁殖的影响[J].应用生态学报,2025,36(6):1915-1922.