

DOI:10.11937/bfyy.201608030

# 四种杀虫剂对异迟眼蕈蚊的防治效果

雷雨霞, 李红玉, 李 蝶, 刘 斌, 李子玲

(广西大学 食用菌研究所, 广西 南宁 530005)

**摘 要:**以平菇为试材,选择4种杀虫剂,分别在实验室和菇房条件下研究其对异迟眼蕈蚊的防治效果,并在实验室内考察其对秀珍菇菌丝生长的影响。结果表明:0.3%印楝素乳油对异迟眼蕈蚊2龄幼虫毒力最高,LC<sub>50</sub>为13.486 mg/L,但对秀珍菇菌丝生长抑制较大,EC<sub>50</sub>小于9.845 mg/L;供试药剂对异迟眼蕈蚊成虫均有防治效果,但3 000 IU/mg 苏云金杆菌以色列亚种各浓度处理对秀珍菇菌丝生长抑制较大。除虫脲和灭蝇胺对秀珍菇菌丝生长抑制较小,其余均表现较高的安全性。

**关键词:**杀虫剂;异迟眼蕈蚊;平菇;防治效果

**中图分类号:**S 482.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2016)08-0108-04

眼蕈蚊科(Sciaridae)昆虫是食(药)用菌中最常见的一类害虫<sup>[1-3]</sup>,其中为害食用菌的约有20种,主要有厉眼蕈蚊属(*Lycoriella*)、迟眼蕈蚊属(*Bradysia*)、模眼蕈蚊属(*Plasosciara*)等<sup>[4]</sup>。异迟眼蕈蚊(*Bradysia difformis*)属于双翅目(*Diptera*)眼蕈蚊科迟眼蕈蚊属的一个种,是食用菌菇房内的主要害虫之一<sup>[5]</sup>。异迟眼蕈蚊个体小,为害隐蔽,繁殖能力强,在为害早期不易被察觉。被为

害后菌丝衰退、菇体变小、菌袋发黑腐烂,产量和质量明显下降,在香菇、平菇、茶树菇、姬菇和鸡腿菇等菇类上优势度指数很高<sup>[4]</sup>。

食用菌在出菇和储藏的各个阶段都会遭受昆虫侵害,随着消费者和政府对于食品安全的高度重视,食用菌产品的安全检测标准愈加严格,安全意识已经开始深入人们的心中,所以在控制食用菌害虫的化学防治研究中,尽可能多使用高效、低毒、低残留或无残留的杀虫剂来防治食用菌害虫。曲绍轩等<sup>[6]</sup>研究表明,在美国、日本食用菌栽培中登记使用的灭蝇胺、除虫脲对古田山多菌蚊具有很高的防效。王升厚等<sup>[7]</sup>的研究发现印楝素对杀灭果蝇效果明显,宋金伟等<sup>[8]</sup>研究 Bti 菌液对古田山多菌蚊的防效试验表明,苏云金杆菌以色列变种(Bti)对古田山多菌蚊具有较好防效。该试验选择对食用菌害虫具有较好防治效果的灭蝇胺、除虫脲、印楝素和苏

**第一作者简介:**雷雨霞(1991-),女,湖南衡阳人,硕士研究生,研究方向为食用菌。E-mail:1452126154@qq.com.

**责任作者:**李子玲(1965-),女,广西上林人,硕士,副教授,研究方向为农业害虫综合治理及昆虫行为学。E-mail:lzl3319@sina.com.

**基金项目:**广西科学研究与技术开发计划资助项目(桂科攻 1222012-1B);国家食用菌产业技术体系广西创新团队建设专项资金资助项目。

**收稿日期:**2015-12-18

## Change of Defensive Enzyme Activity of Leaves Inoculated by *Botryosphaeria berengriana*, f. sp. *piricola* of Different Resistance Apple Rootstock

LI Fangfang, ZHENG Lingjie, YANG Lifan, ZHANG Yuan, LI Zhongyong, XU Jizhong  
(College of Horticulture, Agricultural University of Hebei, Baoding, Hebei 071001)

**Abstract:** Taking a high sensitive rootstock 3-1-29-4 and high resistant rootstock 1-1-10-8 as materials, and the leaves were inoculated with *Botryosphaeria berengriana*, f. sp. *piricola*. After inoculation, the changes of defensive enzymes were studied. The results showed that the activities of peroxidase (POD) and catalase (CAT) in two apple rootstock leaves both rised at first and then declined. And the enzyme activities of resistant rootstock 1-1-10-8 were higher than that of sensitive rootstock 3-1-29-4. The activities of superoxide dismutase (SOD) and phenylalanine ammonia-lyase (PAL) steadily increased. The activity of polyphenol oxidase (PPO) of resistant rootstock 1-1-10-8 increased at first and then decreased, and the activity of PPO of resistant rootstock 3-1-29-4 steadily increased.

**Keywords:** apple leaves; *Botryosphaeria berengriana*, f. sp. *piricola*; defendant enzyme; resistance

云金杆菌以色列变种(Bti)等<sup>[7-10]</sup>药剂,研究它们对异迟眼蕈蚊的防治效果,并考察它们对秀珍菇菌丝生长的影响,以期这些药剂在食用菌害虫防治上的应用提供理论参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试菌种:平菇(“新秀珍1号”)由广西大学食用菌研究所提供。

供试培养基:加富 PDA 培养基。

供试药剂:0.3%印楝素乳油(成都绿金生物科技有限责任公司);75%灭蝇胺可湿性粉剂(江西禾益化工有限公司);50 g/kg 除虫脲乳油(山东科大创业生物有限公司);3 000 IU/mg 苏云金杆菌以色列变种可湿性粉剂(湖北康欣农药业有限公司)。

供试虫源:异迟眼蕈蚊,由广西大学食用菌所提供;模拟异迟眼蕈蚊的生长条件进行饲养,温度为(24±1)℃,相对湿度75%。

### 1.2 试验方法

1.2.1 杀虫剂对异迟眼蕈蚊幼虫的毒力测定 参考曲绍轩等<sup>[6]</sup>的胃毒触杀联合作用法,以2龄幼虫为试虫。将大小为2 cm×1 cm的新鲜平菇子实体在药液中浸泡1 h后取出,并用吸水纸吸去多余药液,置于铺有相同药液处理的滤纸的培养皿内,用毛笔轻轻挑出大小一致的2龄幼虫放置平菇片上,每皿试虫30头,重复4次,同时设空白对照,置于25℃、相对湿度80%条件下。每24 h更换含有相同药液处理的新鲜平菇,并及时观察,以毛笔轻触虫体,虫体不动者视为死亡。计算各处理的死亡率和校正死亡率,结果均保留2位小数。死亡率(%)=死亡虫数(头)/处理总虫数(头)×100;校正死亡率(%)=(处理死亡率-对照死亡率)/(1-对照死亡率)×100。

1.2.2 杀虫剂对菇房中异迟眼蕈蚊的防治效果 参考李怡萍等<sup>[9]</sup>的方法进行。喷药处理:选择异迟眼蕈蚊成虫为害较重的菇房,用1 m×1 m×2 m的网笼分成18个小区,进行喷药试验,每处理3个重复,杀虫剂浓度梯度见表1。药效调查:采用黄板粘虫法调查,防效计算以黄板24 h的粘虫量为依据。防前虫口基数以喷药前24 h的粘虫量为准,喷药后分别调查1、3、5 d的粘虫量。每次调查后必须更换黄板。计算防治效果,虫口减退率(%)=(防前虫数-防后虫数)/防前虫数×100;防治效果(%)=(处理虫口减退率-对照虫口减退率)/(1-对照虫口减退率)×100。

1.2.3 杀虫剂对菌丝生长的影响 参考檀根甲等<sup>[11]</sup>的

菌丝生长速率法进行。(1)菌种活化:待菌丝长满平皿,备用。(2)药皿制备:采用梯度稀释法配制药液,每100 mL培养基中添加2 mL药液,以等量无菌水为空白对照,每处理5个重复。(3)接种并观察记录:用7 mm打孔器打孔并接种,并用“十字交叉”法测量菌落直径,并计算抑制率(抑菌率)。抑制率(%)=(对照菌丝净生长速度-处理菌丝净生长速度)/对照菌丝净生长速度×100。

### 1.3 数据分析

运用DPS 7.05统计软件求出各供试杀虫剂的毒力回归方程、相关系数 $r$ 、 $LC_{50}$ 值及 $LC_{50}$ 值的95%置信区间。对异迟眼蕈蚊菇房防治效果和对食用菌菌丝生长的影响采用DPS 7.05统计软件中Duncan新复极差法进行比较分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 杀虫剂对异迟眼蕈蚊幼虫的毒力测定

从表1可知,随着杀虫剂浓度的增加,异迟眼蕈蚊2龄幼虫的死亡率逐渐升高。印楝素对异迟眼蕈蚊幼虫的击倒速度最快,当在最高添加浓度为50.00 mg/L时,处理24 h后的校正死亡率均达到80%以上;灭蝇胺、除虫脲和苏云金杆菌以色列亚种在最高添加浓度为640.00、240.00、4 800.00 mg/L时,需要处理72 h后校正死亡率才达到80%以上。在4种杀虫剂中以印楝素对异迟眼蕈蚊2龄幼虫的毒力最高, $LC_{50}$ 为13.486 mg/L,其余依次为除虫脲、灭蝇胺,以苏云金杆菌以色列亚种的毒力最低,其 $LC_{50}$ 为678.719 mg/L。

### 2.2 杀虫剂对菇房异迟眼蕈蚊成虫防治效果

由表2可知,施药1 d后,各供试药剂在最高浓度时对异迟眼蕈蚊成虫的防效差异不显著,防效在60%~70%之间;其余浓度处理的防效则均低于50%。施药3 d后,供试药剂在最高浓度时对异迟眼蕈蚊成虫的防效也均未达到差异显著,防效在60%~65%之间;施药5 d后,虽然供试药剂在最高浓度时对异迟眼蕈蚊成虫的防效差异不显著,但供试药剂对异迟眼蕈蚊成虫的防治效果均下降至60%以下。

### 2.3 杀虫剂对秀珍菇菌丝生长速率的影响

由表3可知,在培养基中添加不同浓度的杀虫剂对秀珍菇菌丝的生长均有影响,除虫脲对秀珍菇菌丝生长抑制最小,其 $EC_{50}$ 为4 917.618 mg/L;灭蝇胺次之;印楝素的抑制作用最强,其 $EC_{50}$ 为5.298 mg/L,菌丝生长受到明显的抑制。秀珍菇菌丝对4种杀虫剂的敏感水平由高到低依次为印楝素>苏云金杆菌以色列亚种>灭蝇胺>除虫脲。

表 1 杀虫剂对异迟眼蕈蚊幼虫的毒力测定

Table 1 Toxicity of four insecticides to the 2 instar of *Bradysia difformis*

杀虫剂 Insecticides	浓度 Concentration /(mg·L <sup>-1</sup> )	作用时间 Time /h	死亡率 Mortality /%	校正死亡率 Corrected mortality /%	毒力回归方程及相关系数(r) Regression equation and relation coefficient	LC <sub>50</sub> (95%置信限) LC <sub>50</sub> (95% confidence coefficient) /(mg·L <sup>-1</sup> )
印楝素 Azadirachtin	50.00	24	83.14	81.74	y=3.294+1.510x r=0.991	13.486 (11.599~15.681)
	25.00		69.37	66.83		
	12.50		45.74	41.23		
	6.25		38.28	33.15		
	3.13		23.88	17.56		
	CK		7.67			
灭蝇胺 Cyromazine	1 280.00	72	95.37	95.10	y=0.805+1.873x r=0.995	173.662 (153.314~196.712)
	640.00		83.65	82.69		
	320.00		74.08	72.55		
	160.00		51.56	48.71		
	80.00		29.08	24.90		
	CK		5.56			
除虫脲 Diflubenzuron	240.00	72	88.48	87.85	y=2.255+1.615x r=0.992	50.032 (43.380~57.704)
	120.00		73.37	71.92		
	60.00		56.08	53.68		
	30.00		34.56	30.98		
	15.00		27.08	23.09		
	CK		5.19			
苏云金杆菌以色列亚种 <i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>Israelens</i> (Bti)	4 800.00	72	86.5	85.68	y=1.251+1.324x r=0.984	678.719 (539.479~853.898)
	2 400.00		78.38	77.06		
	1 200.00		65.37	63.26		
	600.00		56.56	53.91		
	300.00		31.43	27.47		
	CK		5.75			

表 2 供试药剂对菇房异迟眼蕈蚊防治效果

Table 2 Control efficiency of insecticides to *Bradysia difformis* in edible mushroom houses

药剂 Pesticides	药剂浓度 Concentration /(mg·L <sup>-1</sup> )	喷雾校正防效 Corrected mortality/%		
		药后 1 d 1 day after treatment	药后 3 d 3 days after treatment	药后 5 d 5 days after treatment
印楝素 Azadirachtin	25.00	61.75AB	64.50A	56.54AB
	12.50	49.25BCD	51.86BC	40.01BCD
	6.25	38.20D	44.17CDE	28.64DE
灭蝇胺 Cyromazine	640.00	65.71A	62.02AB	59.23A
	320.00	44.18CD	41.25CDE	37.52CDE
	160.00	34.75D	32.78E	20.43E
除虫脲 Diflubenzuron	120.00	66.50A	60.54AB	50.50ABC
	60.00	55.02ABC	47.70CD	44.49ABCD
	30.00	47.20BCD	39.97CDE	33.68CDE
苏云金杆菌以色列亚种 Bti	2 400.00	62.39AB	64.25A	47.10ABC
	1 200.00	49.42BCD	45.79CD	42.13ABCD
	600.00	36.51D	37.95DE	34.91CDE

注:同列数据后不同大写字母表示差异达极显著水平(P<0.01),下同。  
Note: Different capital letters show highly significant difference at 0.01 level, the same below.

3 讨论

该试验结果表明,4种杀虫剂对异迟眼蕈蚊幼虫和成虫均有防治效果,对异迟眼蕈蚊2龄幼虫毒力最高的是0.3%印楝素,LC<sub>50</sub>为13.486 mg/L;对异迟眼蕈蚊成虫的防治效果,在预设浓度下,供试药剂之间相比均未达到显著水平。曲绍轩等<sup>[6]</sup>研究证明,0.6%印楝素乳油对异迟眼蕈蚊3龄幼虫的LD<sub>50</sub>为19.926 mg/L,与该试验结果基本一致。不同种类杀虫剂以及同一杀虫剂不同浓度对秀珍菇菌丝生长的影响有显著的差异。在供试药剂中,以印楝素对秀珍菇菌丝体生长的抑制作用最大;其次是苏云金杆菌以色列亚种;除虫脲和灭蝇胺对秀珍菇菌丝体生长的抑制作用较小,表现出较高的安全性。

杨东霞<sup>[10]</sup>研究证明,印楝素在低浓度时对香菇菌丝生长影响较小,范芮等<sup>[12]</sup>研究证明20%除虫脲稀释6 250倍对香菇、平菇抑制作用较小,与该试验结果基本一致。关于这些药剂对菇类子实体的形成以及产量和质量是否有进一步的影响,有待于在生产上进一步试验研究。

表 3 杀虫剂对秀珍菇菌丝生长的影响  
Table 3 Effect of insecticides on mycelium growth of *Pleurotus geesteranus*

杀虫剂 Insecticides	浓度 Concentration /(mg·L <sup>-1</sup> )	菌丝日均生长速率 Mycelial growth of the average daily rate /(cm·d <sup>-1</sup> )	抑制率 Inhibition rate /%	毒力回归方程及相关系数 Regression equation and relation coefficient	EC <sub>50</sub> (95%置信限) EC <sub>50</sub> (95% confidence coefficient) /(mg·L <sup>-1</sup> )
印楝素 Azadirachtin	25.00	0.022±0.007D	95.35	y=3.272+2.386x r=0.990	5.298 (4.507~6.225)
	12.50	0.077±0.042D	83.55		
	6.25	0.257±0.066C	45.35		
	3.13	0.327±0.087BC	30.40		
	1.56	0.413±0.067AB	12.13		
	CK	0.471±0.010A	—		
灭蝇胺 Cyromazine	1 280.00	0.323±0.005E	42.67	y=2.025+0.863x r=0.978	2 792.510 (1 565.625~4 980.831)
	640.00	0.413±0.021D	24.92		
	320.00	0.443±0.035CD	19.54		
	160.00	0.468±0.022BC	14.98		
	80.00	0.498±0.005B	9.61		
	CK	0.550±0.012A	—		
除虫脲 Diflubenzuron	240.00	0.379±0.014D	21.90	y=2.874+0.576x r=0.993	4 917.618 (2 672.900~9 047.466)
	120.00	0.397±0.022CD	18.20		
	60.00	0.421±0.020BC	13.21		
	30.00	0.432±0.007B	10.95		
	15.00	0.452±0.010B	6.92		
	CK	0.485±0.010A	—		
苏云金杆菌以色列亚种 Bti	4 800.00	0.034±0.007D	92.66	y=3.573+0.778x r=0.996	68.379 (50.813~92.018)
	2 400.00	0.056±0.008CD	87.71		
	1 200.00	0.075±0.016CD	83.62		
	600.00	0.101±0.019BC	77.99		
	300.00	0.145±0.035B	68.26		
	CK	0.459±0.026A	—		

参考文献

[1] 杨集昆,张学敏. “食用菌”害虫的类群(一)(连载)[J]. 植物保护, 1981(2):43-46.

[2] 张学敏,杨集昆. 食用菌害虫的常见类群及防治[J]. 生物学通报, 1999(4):22-24.

[3] 张宏瑞,张晓云,沈登荣,等. 食用菌异迟眼蕈蚊 *Bradysia difformis* 的生物学特性[J]. 中国食用菌,2008(6):54-56.

[4] 沈登荣,张宏瑞,张陶. 我国食用菌眼蕈蚊的研究现状[J]. 中国食用菌, 2008(1):48-50.

[5] 张爽,张绍勇,赵应苟,等. 异迟眼蕈蚊成虫行为学特征及性信息素初步研究[J]. 应用昆虫学报,2014(4):1069-1074.

[6] 曲绍轩,马林,宋金梯,等. 食用菌眼蕈蚊的分子鉴定及 2 种植物源农药的室内毒力测定[J]. 江苏农业科学,2012,40(9):123-125.

[7] 王升厚,马莲菊,杨东霞. 平菇生产中高效安全杀虫剂的筛选[J]. 中国食用菌,2008(2):48-49,54.

[8] 宋金梯,曲绍轩,杨怀文,等. Bti 菌液对古田山多菌蚊室内毒力测试及药效研究[J]. 食用菌,2011(2):50-51.

[9] 李怡萍,孙立娟,刘亚娟,等. 八种杀虫剂对黑粪蚊的防治效果及残留分析[J]. 植物保护学报,2009(3):261-267.

[10] 杨东霞. 植物杀虫剂对食用菌菇蝇防治效果的筛选[J]. 食用菌,2009(1):59-60.

[11] 檀根甲,祝建平. 杀菌剂生物测定计算方法及应用[J]. 安徽农学报, 1998,4(1):27-28.

[12] 范芮,刘新刚,芮昌辉,等. 4 种杀虫剂对菇类生长抑制及安全性评价[J]. 农药科学与管理,2013(4):67-71.

Control Efficiency of Four Insecticides to *Bradysia difformis*

LEI Yuxia,LI Hongyu,LI Die,LIU Bin,LI Ziling  
(Edible Mushroom Institute,Guangxi University,Nanning,Guangxi 530005)

**Abstract:** Taking mushroom as material,control efficiency of four insecticides on *Bradysia difformis* was studied under the condition of laboratory and house of the edible fungi. The side-effects of tested insecticides on mycelium growth of *Pleurotus geesteranus* were tested. The results showed that the greatest insecticidal activity against 2 larvea of *B. difformis* were azadirachtin,LC<sub>50</sub> value was 13. 486 mg/L. But the greatest inhibitory effects of pesticides on the growth of *Pleurotus geesteranus* mycelium was azadirachtin whose EC<sub>50</sub> value was less than 9. 845 mg/L. Insecticides to *B. difformis* adults had effects, but mushroom mycelia growth of *Pleurotus geesteranus* was restrained significantly by 3 000 IU/mg Bti. Inhibitory effects of cyromazine and diflubenzuron on the growth mycelium of *Pleurotus geesteranus* were weak and better security for all.

**Keywords:** insecticides;*B. difformis*;*Pleurotus geesteranus*; control efficiency