

齐素敏,陈丹丹,李圆圆,等. 玫烟色棒束孢 NBL-Z8 的培养及对桃蚜的侵染力[J]. 江苏农业科学,2021,49(10):82-86.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.10.015

玫烟色棒束孢 NBL-Z8 的培养及对桃蚜的侵染力

齐素敏,陈丹丹,李圆圆,冉新炎,韩广泉,陶 宁,王丽荣

(山东碧蓝生物科技有限公司/泰安市植物微生态制剂重点实验室,山东泰安 271000)

摘要:通过探索玫烟色棒束孢 NBL-Z8 的最佳培养条件并测定该菌对桃蚜 [*Myzus persicae* (Sulzer)] 的侵染力,以期筛选出对桃蚜具有高毒力的微生物杀虫剂提供依据。采用单因素分析法测定菌株的最佳培养条件,并采用喷雾法测定菌株 NBL-Z8 对桃蚜的致病力。结果显示,NBL-Z8 菌株的最佳碳源为蔗糖,最佳氮源为蛋白胨,最佳培养条件为温度 25 ℃、初始 pH 值 7、转速 180 r/min、接种量 6%;菌株的室内致病力测定结果表明,当孢子浓度为 1×10^8 CFU/mL 时,对桃蚜的致死中时间 (LT_{50}) 为 3.118 d,接菌 7 d 时致死中浓度 (LC_{50}) 为 1.367×10^4 CFU/mL。由研究结果可以看出,玫烟色棒束孢 NBL-Z8 对桃蚜具有较强的致病力,可作为桃蚜生防制剂开发中的潜力菌株。

关键词:玫烟色棒束孢;液体培养;桃蚜;侵染力测定;生防潜力

中图分类号: S433.39;S182 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)10-0082-04

蚜虫类有 13 科、500 余属,目前世界上已知种类有 4 700 余种,而我国已知的蚜虫种类就有 1 000 余种^[1]。桃蚜 (*Myzus persicae*) 是常见的一种蚜虫,该虫以成虫、若虫群集在寄主叶片、花梗和种荚等部位吸食汁液危害寄主,常导致寄主叶片黄化、蜷缩甚至枯萎,并分泌蜜露诱发煤烟病,引起寄主植株品质和产量下降^[2-3]。目前,化学防治仍是控制蚜虫危害的主要方法,而频繁地使用高剂量化学杀虫剂,不仅会导致蚜虫对多种农药产生不同程度的抗性^[4-7],还会造成蔬菜中的农药残留超标,给农产品安全生产带来隐患。因此,研究和开发能够减少化学杀虫剂用量甚至替代化学杀虫剂的安全、高效的生物防治方法成为桃蚜综合防治的重要途径。

玫烟色棒束孢 (*Isaria fumosorosea*) 是一种重要的昆虫病原真菌,该菌地理分布范围广泛,昆虫寄主多样,能寄生在同翅目、鳞翅目、双翅目等 8 个目 40 多种昆虫上^[8]。大量研究结果表明,玫烟色拟青霉对蚜虫等刺吸式口器害虫具有很强的致病力。曹娜在大田试验中采用 1.0×10^7 个/mL 玫烟色棒束孢孢子悬浮液喷雾防治棉蚜,第 10 天时的校正防

效可达 95.9%^[9]。朱丽梅等的研究结果表明,玫烟色棒束孢 QH4 对桃粉蚜的毒杀效果较好,施药后 120 h 的死亡率可达 100%^[10]。邓建华等研究发现,用玫烟色棒束孢孢子悬浮液处理后第 10 天,烟蚜的感染率为 78.5%^[11]。孙莉等用 10^8 个/mL 玫烟色棒束孢孢子悬浮液处理蚜虫,结果显示,试虫在施药后第 10 天的死亡率可达 86.52%^[12]。邢培翔等用 10^8 个/mL 玫烟色棒束孢孢子悬浮液处理梨黄粉蚜,7 d 后的校正死亡率为 97.24%^[13]。综合以上研究结果可知,玫烟色棒束孢对多种蚜虫具有良好的防治效果。笔者优化了玫烟色棒束孢 NBL-Z8 的液体培养条件并测定该菌对桃蚜成虫的室内毒力,以期筛选出对桃蚜具有高毒力的微生物杀虫剂,为减少化学药剂使用量、缓解昆虫抗药性、实现农业害虫的无公害防治、提高农产品的安全性提供菌种资源。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 玫烟色棒束孢菌株 NBL-Z8 从山东省泰安市省庄周边土壤中分离纯化所得,该菌株目前保藏于中国普通微生物菌种保藏管理中心,编号为 CGMCC19603。

1.1.2 供试虫源 桃蚜采自山东省泰安市泰山区省庄周边白菜叶片,在温度为 (25 ± 1) ℃、相对湿度为 $(80 \pm 5)\%$ 、光—暗周期为 12 h—12 h 的条件下,采用无农药及害虫污染的甘蓝饲养,人工饲养多

收稿日期:2020-08-20

基金项目:山东省重点研发计划(编号:2018JHZ012);泰山产业领军人才项目(编号:鲁政办字[2018]246号);2017年“外专双百计划”项目(编号:鲁政办字[2017]144号)。

作者简介:齐素敏(1989—),女,山东淄博人,硕士,助理研究员,主要从事植物微生态制剂的研发工作。E-mail: qsm20095089@126.com。

代。取大小一致的健康无翅成蚜作为试虫。

1.1.3 培养基 马铃薯葡萄糖琼脂(PDA)培养基配方:200 g 马铃薯(去皮),20 g 葡萄糖,20 g 琼脂,1 000 mL 蒸馏水;PDB(不加琼脂的 PDA)培养基配方:200 g 马铃薯(去皮),20 g 葡萄糖,1 000 mL 蒸馏水。

1.2 最适培养条件筛选的单因素试验

以 A 培养基(25.0 g/L 葡萄糖,6.0 g/L 蛋白胨,2.0 g/L K_2HPO_4 ,1.0 g/L KH_2PO_4 ,0.5 g/L $MgSO_4$)作为对照,采用单因素试验法分别研究玫烟色棒束孢在以不同碳源(葡萄糖、蔗糖、甘露醇、柠檬酸钠和糖蜜)、氮源(蛋白胨、硝酸钾、酵母膏、氯化铵和牛肉浸膏)为主要成分的培养基中及不同发酵初始 pH 值(3、5、7、9、11)、发酵温度(15、20、25、28、30 ℃)、转速(150、170、180、200、220 r/min)和接种量(3%、4%、5%、6%、7%)条件下的发酵效果。发酵条件同原始条件,即初始 pH 值为 7.0,接种量为 6%,接种液浓度为 10^8 CFU/mL,培养温度为 25 ℃,摇床转速为 180 r/min,培养 48 h 后采用血细胞计数板测定菌株的孢子浓度。

1.3 孢子悬浮液的配制

将保存在 4 ℃ 斜面上的供试菌株活化后,接种到 PDA 培养基平板上,于 25 ℃ 培养 10 d 后,用含有 0.05% 吐温-80 的无菌水冲洗孢子,然后用血球计数板测定悬浮液中的孢子数,计算其孢子浓度,再用含有 0.05% 吐温-80 的无菌水逐步稀释,获得浓度为 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^8$ CFU/mL 的孢子悬浮液。

1.4 室内毒力测定

试验于 2020 年 3 月在山东省泰安市植物微生物制剂重点实验室进行。配制水琼脂培养基(1.5 g 琼脂,100 mL 蒸馏水),每个培养皿 10~15 mL,待冷却后,剪取大小一致的甘蓝叶片(圆形,直径为 4 cm),将叶背朝上紧贴在培养基表面使其固定,再将无翅成蚜转移到培养皿中的叶片上,每个培养皿中放 20 头。将上述浓度为 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^8$ CFU/mL 的孢子悬浮液用喷雾器进行喷雾,每个培养皿定量喷雾 1 次。用含有 0.05% 吐温-80 的无菌水作为对照(CK),每次处理用 20 头蚜虫,每个处理重复 3 次。自然风干后加盖,在 (25 ± 1) ℃、相对湿度为 $(80 \pm 5)\%$ 、光—暗周期为 12 h—12 h 的条件下逐日观察并记录病死虫数至蚜虫死亡,及时挑出死亡虫体并于灭菌培养皿中保湿培养,3~5 d 后镜检死虫,观察是否产生菌丝或孢子,以确定是否是因为

有效感染玫烟色棒束孢菌而导致的死亡。

1.5 数据统计与分析

用 Excel 2010、SPSS 19.0 对数据进行处理,并用 Duncan's 新复极差法进行显著性分析和 Probit 回归分析。

2 结果与分析

2.1 单因素筛选最适培养条件

2.1.1 单因素试验法筛选最适培养基 基础培养基选择 A 培养基(25.0 g/L 葡萄糖,6.0 g/L 蛋白胨,2.0 g/L K_2HPO_4 ,1.0 g/L KH_2PO_4 ,0.5 g/L $MgSO_4$),测定不同碳源、氮源对菌株 NBL-Z8 孢子浓度的影响。由表 1 可以看出,分别以蔗糖为碳源、蛋白胨为氮源时,菌株 NBL-Z8 可以获得最大孢子浓度,分别为 4.31×10^8 、 3.57×10^8 CFU/mL,且显著高于其他处理。因此,确定将蔗糖、蛋白胨为最优发酵培养基成分。

表 1 不同碳源、氮源对菌株 NBL-Z8 孢子浓度的影响

碳源	孢子浓度 ($\times 10^8$ CFU/mL)	氮源	孢子浓度 ($\times 10^8$ CFU/mL)
葡萄糖	3.02 \pm 0.20b	硝酸钾	2.12 \pm 0.23bc
蔗糖	4.31 \pm 0.16a	酵母膏	2.40 \pm 0.11b
糖蜜	2.75 \pm 0.27b	蛋白胨	3.57 \pm 0.12a
柠檬酸钠	1.63 \pm 0.10c	氯化铵	0.94 \pm 0.09d
甘露醇	0.51 \pm 0.09d	牛肉浸膏	1.88 \pm 0.07c

注:同列数据后标有不同小写字母表示差异显著($P < 0.05$)。表 2、表 3 同。

2.1.2 单因素试验法筛选最适发酵条件 如表 2 所示,当初始 pH 值为 7 时,菌株 NBL-Z8 的孢子浓度显著高于其他处理,可见过酸或过碱的培养基均会影响菌株的产孢性能。菌株 NBL-Z8 在温度为 15~30 ℃ 范围内的产孢性能良好,温度过高或过低均不利于该菌产孢,菌株在温度为 25 ℃ 时的孢子浓度最大。当摇床转速为 200 r/min 时,孢子浓度最大,但菌株在转速超过 200 r/min 时,摇瓶中的菌株存在起泡、菌丝结球的现象,但是考虑到转速为 200、180 r/min 时,菌株的孢子浓度不存在显著性差异,因此所以选择 180 r/min 为最佳转速。当菌株 NBL-Z8 的接种量在 3%~6% 之间时,其菌体孢子浓度随着接种量的增大而增加,当接种量为 6% 时,孢子浓度最大,为 4.31×10^8 CFU/mL。

2.2 菌株对桃蚜的室内毒力

表 3 中结果显示,不同浓度的玫烟色棒束孢

表 2 不同初始 pH 值、温度、转速和接种量对菌株 NBL-Z8 孢子浓度的影响

初始 pH 值	孢子浓度 ($\times 10^8$ CFU/mL)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	孢子浓度 ($\times 10^8$ CFU/mL)	转速 (r/min)	孢子浓度 ($\times 10^8$ CFU/mL)	接种量 (%)	孢子浓度 ($\times 10^8$ CFU/mL)
3	$0.37 \pm 0.17\text{d}$	15	$0.11 \pm 0.86\text{e}$	150	$2.78 \pm 0.30\text{b}$	3	$2.27 \pm 0.12\text{d}$
5	$1.52 \pm 0.81\text{b}$	20	$1.32 \pm 0.75\text{c}$	170	$2.94 \pm 0.25\text{b}$	4	$3.18 \pm 0.09\text{c}$
7	$3.72 \pm 0.43\text{a}$	25	$3.57 \pm 0.52\text{a}$	180	$3.33 \pm 0.64\text{a}$	5	$4.25 \pm 0.11\text{a}$
9	$0.88 \pm 0.12\text{c}$	28	$1.50 \pm 0.56\text{b}$	200	$3.40 \pm 0.14\text{a}$	6	$4.31 \pm 0.09\text{a}$
11	$0.61 \pm 0.10\text{cd}$	30	$0.56 \pm 0.12\text{c}$	220	$3.08 \pm 0.67\text{ab}$	7	$3.50 \pm 0.18\text{b}$

NBL-Z8 孢子悬浮液对桃蚜的校正死亡率从处理 2 d 后(1 d 后的校正死亡率为 0%)起开始出现显著性差异($P<0.05$)。1 $\times 10^4$ CFU/mL 浓度的孢子悬浮液对桃蚜的致死率较低,处理 7 d 后,校正死亡率仅为 48.44%,致死中时间(LT_{50})为 6.287 d;1 $\times 10^7$ CFU/mL 浓度的孢子悬浮液对桃蚜的致死率较高,处理 7 d 后时,校正死亡率可以达到 88.33%, LT_{50} 为 3.302 d;浓度为 1 $\times 10^8$ CFU/mL 的孢子悬浮液处理组的效果最好,处理 6 d 后时,校正死亡率可达 90% 以上, LT_{50} 为 3.118 d。

由表 4 中的数据可以看出,处理 2~7 d 后,不同处理下该菌对桃蚜的致死中浓度(LC_{50})分别为 1.675 $\times 10^{13}$ 、1.038 $\times 10^8$ 、3.653 $\times 10^5$ 、3.584 $\times 10^4$ 、1.660 $\times 10^4$ 、1.367 $\times 10^4$ CFU/mL。

上述结果表明,菌株 NBL-Z8 对桃蚜的致死率随着孢子悬浮液浓度的增加而明显提高,并且随着处理时间的延长而增大,但是在不同浓度处理下,桃蚜的死亡率基本在 4 d 后达到 1 个峰值,随后致死率的增加趋势变缓,说明玫烟色棒束孢 NBL-Z8 菌株可以在较短时间内造成桃蚜成虫死亡。

表 3 菌株 NBL-Z8 对桃蚜的致病力

孢子浓度 (CFU/mL)	校正死亡率(%)						LT_{50} (d)
	2 d 后	3 d 后	4 d 后	5 d 后	6 d 后	7 d 后	
1 $\times 10^4$	$8.11 \pm 1.01\text{e}$	$21.67 \pm 1.66\text{d}$	$34.56 \pm 0.77\text{e}$	$43.22 \pm 0.19\text{e}$	$47.11 \pm 0.51\text{e}$	$48.44 \pm 0.69\text{e}$	6.287
1 $\times 10^5$	$12.00 \pm 0.50\text{d}$	$26.96 \pm 0.28\text{c}$	$43.55 \pm 0.69\text{d}$	$51.45 \pm 0.22\text{d}$	$60.78 \pm 0.69\text{d}$	$66.00 \pm 1.00\text{d}$	4.899
1 $\times 10^6$	$16.11 \pm 1.01\text{c}$	$37.00 \pm 0.43\text{b}$	$56.00 \pm 1.01\text{c}$	$71.00 \pm 0.31\text{c}$	$75.67 \pm 0.58\text{c}$	$78.55 \pm 0.69\text{c}$	3.850
1 $\times 10^7$	$18.34 \pm 0.33\text{b}$	$46.00 \pm 1.00\text{a}$	$67.22 \pm 0.69\text{b}$	$78.33 \pm 0.34\text{b}$	$86.33 \pm 0.34\text{b}$	$88.33 \pm 0.58\text{b}$	3.302
1 $\times 10^8$	$22.22 \pm 0.69\text{a}$	$46.66 \pm 0.33\text{a}$	$70.78 \pm 0.72\text{a}$	$82.11 \pm 0.76\text{a}$	$91.89 \pm 0.38\text{a}$	$96.89 \pm 0.21\text{a}$	3.118

表 4 菌株 NBL-Z8 对桃蚜的致死中浓度

处理时间 (d)	回归方程	LC_{50} (CFU/mL)	相关系数
2	$y=0.147x-1.938$	1.675×10^{13}	0.991
3	$y=0.199x-1.596$	1.038×10^8	0.957
4	$y=0.243x-1.349$	3.653×10^5	0.979
5	$y=0.280x-1.277$	3.584×10^4	0.943
6	$y=0.365x-1.539$	1.660×10^4	0.985
7	$y=0.439x-1.815$	1.367×10^4	0.990

3 讨论

研究发现,孢子浓度是筛选优良菌株的重要指标,而菌株培养条件对菌种孢子浓度及毒力均有较大影响^[14]。因此探索菌株 NBL-Z8 的最佳产孢条件,对于利用该菌防治害虫具有重要意义。张仙红等研究发现,葡萄糖是玫烟色拟青霉液体培养的最

适碳源,蛋白胨是最适氮源^[15]。曹娜研究发现,萨氏液体培养基(SDY 培养基)是最佳发酵培养基^[9]。本研究发现,菌株 NBL-Z8 的最佳碳源、氮源分别为蔗糖、蛋白胨,这与田晶的研究结果^[16]一致。本研究发现,该菌株的最佳产孢条件为温度 25 $^{\circ}\text{C}$ 、初始 pH 值 7、转速 180 r/min、接种量 6%、培养时间 48 h。在接下来的试验中,笔者将进一步探究各营养成分对玫烟色棒束孢 NBL-Z8 生长和生殖的影响。

用微生物或其代谢产物防治农业害虫具有选择性强、对农作物和自然环境安全、不伤害天敌、不易产生抗性等优点,已经逐渐引起人们的重视。研究发现,白僵菌、绿僵菌^[17-19]、蜡蚧轮枝菌^[20-21]、达旦提狄克氏菌^[22-23]等生防菌株对蚜虫均具有良好的防治效果。据报道,玫烟色棒束孢对桃蚜具有较高的致病力^[24-26]。本研究发现,菌株 NBL-Z8 在孢子浓度为 1 $\times 10^7$ 、1 $\times 10^8$ CFU/mL 时对桃蚜的致

死亡率较高,处理 7 d 后,试虫的校正死亡率分别为 88.33%、96.89%, LT_{50} 分别为 3.302、3.118 d, LC_{50} 为 1.367×10^4 CFU/mL,该致死中浓度低于陈巍巍等测得的 8.51×10^5 CFU/mL^[24]、张仙红等测得的 8.71×10^6 CFU/mL^[25]及孟豪等研究得出的 1.20×10^5 CFU/mL^[26]。以上结果表明,玫烟色棒束孢 NBL-Z8 对桃蚜的生物防治潜力较大。此外,大量研究表明,玫烟色棒束孢对烟粉虱^[27-29]、柑橘木虱^[30-31]、小菜蛾^[32]和朱砂叶螨^[33]等多种害虫具有较强的侵染力,是一种性能优良的昆虫病原真菌。

目前国外已经筛选出具有高致病力的菌株,自 20 世纪 60 年代以来,已经有 10 种玫烟色棒束孢制剂产品获得注册登记^[34],而国内尚未出现商品化的玫烟色棒束孢制剂。因此,今后的工作重点是进行商品化研究,包括生产发酵技术、大田施用技术及田间评价体系等,可以为害虫的综合防治提供产品和技术支持。

4 结论

玫烟色棒束孢 NBL-Z8 对桃蚜具有较强的室内毒力,可作为桃蚜生防制剂开发的潜力菌株。

参考文献:

- [1] von Dohlen C D, Rowe C A, Heie O E, et al. A test of morphological hypotheses for tribal and subtribal relationships of Aphidinae (Insecta: Hemiptera: Aphididae) using DNA sequences [J]. Molecular Phylogenetics and Evolution, 2006, 38(2): 316–329.
- [2] 郑竹胜, 邢 鲲, 赵 飞, 等. 甘蓝蚜虫田间防治研究[J]. 中国果菜, 2015, 35(4): 59–61.
- [3] 闰彦萍, 王海荣, 韩巨才. 山西甘蓝蚜对 7 种杀虫剂的抗性监测[J]. 安徽农业科学, 2006, 34(18): 4684–4685.
- [4] Nauen R, Elbert A. European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid [J]. Bulletin of Entomological Research, 2003, 93(1): 47.
- [5] 武银玉, 曹亚萍, 杨秀丽, 等. 麦蚜抗药性现状及抗性治理研究进展[J]. 小麦研究, 2017, 38(2): 1–8.
- [6] 苗艳香. 蔬菜蚜虫抗药性现状及治理策略[J]. 热带农业工程, 2019, 43(1): 68–70.
- [7] Srigiriraju L, Semtner P J, Bloomquist J R. Monitoring for imidacloprid resistance in the tobacco-adapted form of the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae) in the eastern United States[J]. Pest Management Science, 2010, 66(6): 676–685.
- [8] Zimmermann G. The entomopathogenic fungi *Isaria farinosa* (formerly *Paecilomyces farinosus*) and the *Isaria fumosorosea* species complex (formerly *Paecilomyces fumosoroseus*); biology, ecology and use in biological control [J]. Biocontrol Science and Technology, 2008, 18(9): 865–901.
- [9] 曹 娜. 玫烟色棒束孢发酵条件及对刺吸式口器害虫控制潜力研究[D]. 合肥: 安徽农业大学, 2018.
- [10] 朱丽梅, 严 慧, 方慧子, 等. 玫烟色棒束孢 QH4 对蚜虫和烟粉虱杀虫活性的研究[J]. 金陵科技学院学报, 2018, 34(1): 84–87.
- [11] 邓建华, 吴兴富, 庄 辉, 等. 两种拟青霉对烟蚜感染作用试验[J]. 烟草科技, 2005(3): 46–48.
- [12] 孙 莉, 张艳璇, 赵玲玲, 等. 利用胡瓜新小绥螨携带玫烟色拟青霉菌兼防茄子蚜虫和叶螨[J]. 中国农学通报, 2015, 31(20): 91–96.
- [13] 邢建翔, 刁红亮, 韩志慧, 等. 烟色棒束孢 IF-1106 对 2 种果树蚜虫的致病力[J]. 山西农业科学, 2019, 47(11): 2029–2033, 2045.
- [14] 李农昌, 樊美珍, 李春如, 等. 白僵菌有关培养条件及其与毒力关系的研究[J]. 安徽农业大学学报, 1996, 23(3): 254–259.
- [15] 张仙红, 张 旻, 张未仲. 玫烟色拟青霉最适液体培养条件的研究[J]. 微生物学杂志, 2006, 26(6): 15–18.
- [16] 田 晶. 玫烟色棒束孢生物学特性及对烟粉虱致病作用研究[D]. 晋中: 山西农业大学, 2014.
- [17] Meyling N V, Eilenberg J. Ecology of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* in temperate agroecosystems: potential for conservation biological control [J]. Biological Control, 2007, 43(2): 145–155.
- [18] Shan L T, Feng M G. Evaluation of the biocontrol potential of various *Metarhizium* isolates against green peach aphid *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) [J]. Pest Management Science, 2010, 66(6): 669–675.
- [19] Poprawski T J, Parker P E, Tsai J H, et al. Laboratory and field evaluation of hyphomycete insect pathogenic fungi for control of brown citrus aphid (Homoptera: Aphididae) [J]. Environmental Entomology, 1999, 28(2): 315–321.
- [20] Diaz B M, Oggerin M, Lastra C C L, et al. Characterization and virulence of *Lecanicillium lecanii* against different aphid species [J]. BioControl, 2009, 54(6): 825–835.
- [21] 刘 浩, 张 龙, 张宗山. 蜡蚧轮枝菌对枸杞蚜虫的室内毒力和常用药剂敏感性测定[J]. 中国蔬菜, 2012(4): 87–90.
- [22] Grenier A M, Duport G, Pages S, et al. The phytopathogen *Dieckmannia dadantii* (Frwinia chrysanthemi 3937) is a pathogen of the pea aphid [J]. Applied and Environmental Microbiology, 2006, 72(3): 1956–1965.
- [23] Costecharcyre D, Balmand S, Condemine G, et al. *Dieckmannia dadantii*, a plant pathogenic bacterium producing Cyt-like entomotoxins, causes septicemia in the pea aphid *Acyrtosiphon pisum* [J]. PLoS One, 2012, 7(1): e30702.
- [24] 陈巍巍, 冯光明. 四株玫烟色拟青霉作为桃蚜微生物防治因子的潜力评价[J]. 浙江大学学报(农业与生命科学版), 1999, 25(6): 563–568.
- [25] 张仙红, 嵇能焕. 玫烟色拟青霉菌株的毒力测定[J]. 山西农业大学学报, 2006, 26(1): 24–26.

吕 敏,卫 甜,刘怀阿,等. 昆虫取食和机械损伤对棉花和玉米脂氧合酶活性的诱导作用[J]. 江苏农业科学,2021,49(10):86-90.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.10.016

昆虫取食和机械损伤对棉花和玉米脂氧合酶活性的诱导作用

吕 敏,卫 甜,刘怀阿,苏建坤

(江苏里下河地区农业科学研究所,江苏扬州 225007)

摘要:脂氧合酶(LOX)是植物防御反应中的关键酶,脂氧合酶途径的产物包括茉莉酸、绿叶挥发物等,在植物防御反应中起着重要作用。为了明确脂氧合酶在昆虫取食和机械损伤诱导植物通信中的作用,以棉花、玉米为研究对象,分析不同处理(包括棉蚜取食和机械损伤诱导棉花及其相应挥发物诱导邻近玉米、玉米螟取食和机械损伤诱导玉米及其相应挥发物诱导邻近棉花)的诱导防御机制,测定不同方法处理 24、48、72 h 后棉花、玉米的脂氧合酶的活性。结果表明,昆虫取食和机械损伤不仅会诱导棉花、玉米植株的 LOX 活性升高,还能诱导邻近健康植株的 LOX 活性升高。研究表明,脂氧合酶在昆虫取食和机械损伤诱导的棉花、玉米间通信中起作用。

关键词:脂氧合酶;昆虫取食;机械损伤;棉花;玉米;诱导防御机制

中图分类号: S188⁺.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2021)10-0086-05

植物在其生长发育过程中形成了多种诱导防御机制来抵御生物因子的入侵^[1],昆虫取食作为一种重要的生物胁迫而广泛存在于自然界中^[2]。面对昆虫的取食危害,植物形成了直接诱导和间接诱

导 2 种防御机制。直接诱导防御是指植物产生次生代谢物质直接杀伤昆虫,间接诱导防御是指植物通过释放一系列特定的挥发性化合物吸引昆虫的捕食性、寄生性天敌,从而减少昆虫的危害。脂氧合酶是昆虫取食诱导的挥发性化合物形成过程中的关键酶。

脂氧合酶(lipoxygenase,简称 LOX)在生物体内主要催化含有(Z,Z)-1,4 戊二稀结构单元的不饱和脂肪酸的加氧反应,生成过氧化物及其一系列次生产物。脂氧合酶是植物代谢过程中的关键酶,它在调节植物的生长发育、成熟衰老、抗虫、抗病及抗胁迫等过程中起着重要作用^[3]。脂氧合酶通常处于静止状态,只有当生物体发育到一定阶段或受到

收稿日期:2020-08-19

基金项目:江苏里下河地区农业科学研究所科研专项基金[编号: SJ(17)103]。

作者简介:吕 敏(1981—),女,山西晋中人,博士,副研究员,主要从事昆虫与植物互作研究。Tel:(0514)87637450;E-mail:lvmin8889@126.com。

通信作者:苏建坤,硕士,研究员,主要从事作物病虫害防治研究。Tel:(0514)87302325;E-mail:yzsujk@163.com。

[26]孟 豪,田 晶,付淑慧,等. 玫烟色棒束孢与球孢白僵菌对桃蚜致病力对比[J]. 植物保护学报,2014,41(6):717-722.

[27]周鹏飞,张 婧,张博文,等. 玫烟色棒束孢的遗传地理差异及对 B 型烟粉虱的致病性[J]. 华南农业大学学报,2018,39(3):60-64.

[28]Flores-Macias A, Diaz M P, Ramos-Lopez M A, et al. Study of the entomopathogenic fungus *Isaria fumosorosea* as microbiological control of the white fly *Bemisia tabaci* [J]. Interiencia, 2013, 38(7):523-527.

[29]Tian J, Diao H L, Li L, Hao C, et al. Pathogenicity of *Isaria fumosorosea* to *Bemisia tabaci*, with some observations on the fungal infection process and host immune response [J]. Journal of Invertebrate Pathology, 2015, 130:147-153.

[30]Hoy M, Singh R. Evaluations of a novel isolate of *Isaria fumosorosea*

for control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) [J]. Florida Entomologist, 2010, 93:24-32.

[31]代晓彦,任素丽,周雅婷,等. 黄龙病媒介昆虫柑橘木虱生物防治新进展[J]. 中国生物防治学报,2014,30(3):414-419.

[32]吕利华,何余容,武亚敬,等. 玫烟色拟青霉对小菜蛾致病力的时间-剂量-死亡率模型模拟[J]. 昆虫学报,2007,50(6):567-573.

[33]Shi W B, Feng M G. Ovicidal activity of two fungal pathogens (Hyphomycetes) against *Tetranychus cinnabarinus* (Acarina: Tetranychidae) [J]. Chinese Science Bulletin, 2004, 49(3):263-267.

[34]de Faria M R, Wraight S P. Mycoinsecticides and Mycoacaricides: a comprehensive list with worldwide coverage and international classification of formulation types [J]. Biological Control, 2007, 43(3):237-256.