

李文静,任立瑞,方文生,等. 乙蒜素和啮菌酯及其复配剂对 4 种病原真菌的室内毒力测定[J]. 江苏农业科学,2023,51(21):113-118.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2023.21.018

乙蒜素和啮菌酯及其复配剂对 4 种病原真菌的室内毒力测定

李文静¹,任立瑞¹,方文生¹,靳 茜³,颜冬冬^{1,2},李 园^{1,2},王秋霞^{1,2},曹勘程^{1,2,3}

(1. 中国农业科学院植物保护研究所,北京 100193; 2. 现代农业产业技术体系北京市创新团队,北京 100193;

3. 河北省土传病害绿色防控技术创新中心,河北保定 071000)

摘要:为明确乙蒜素和啮菌酯对尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporum*)、立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)、新拟盘多毛孢(*Neopestalotiopsis clavispora*)和刺盘孢属(*Colletotrichum* spp.) 4 种病原真菌的毒力效果,同时扩大乙蒜素的防治谱,筛选新的杀菌剂组合物,为枯萎病和立枯病等植物病害的防治提供更多的选择,在室内离体条件下,使用菌丝生长速率法先测定了乙蒜素和啮菌酯对 4 种病原真菌的作用效果,并得到相应的毒力回归方程。结果表明,80% 乙蒜素乳油对 4 种病原真菌的 EC_{50} 分别为 15.507、31.357、15.991、35.454 mg/L;250 g/L 啮菌酯悬浮剂对 4 种病原真菌的 EC_{50} 分别为 13.142、1 039.924、12.116、0.023 mg/L。随后在室内离体条件下采用 Colby 法进一步评价乙蒜素和啮菌酯对 4 种病原真菌的混用效果,结果表明,乙蒜素和啮菌酯混合使用对尖孢镰刀菌、立枯丝核菌、新拟盘多毛孢和刺盘孢属 4 种病原真菌表现出加成的作用效果。最后,对乙蒜素和啮菌酯部分混配组合进行室内离体叶片试验,进一步验证乙蒜素和啮菌酯的混配效果,结果表明,与单独使用乙蒜素或啮菌酯相比,乙蒜素和啮菌酯混合使用对病原菌的防治效果显著增加。这一试验结果表明乙蒜素和啮菌酯复配能够扩大杀菌剂的防治谱,同时也筛选出了新的杀菌剂组合,为多种病害的科学防治提供更为有效的药剂使用参考。

关键词:乙蒜素;啮菌酯;病原菌;Colby 法;复配;增效

中图分类号:S481⁺.9 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2023)21-0113-06

乙蒜素是一种有机硫类杀菌剂,是我国在 1960 年研制成功的一种植物源农药新品种。它具有高效、广谱、无公害的特点,能抑制多种真菌和细菌的

生长繁殖,而且它的成本和价格与其他杀菌剂相比较低。因此乙蒜素是一种极具市场潜力的杀菌剂,具有良好的发展前景。对乙蒜素的研究主要集中在病原菌的室内毒力测定及田间防效^[1-4]、乙蒜素与其他药剂的复配效果和乙蒜素抑制菌株生长作用的机制等^[5-10]。乙蒜素可有效抑制水稻、棉花、玉米、西瓜、黄瓜等多种作物上的病害,例如水稻稻瘟病、棉花立枯病、玉米大小斑病、西瓜蔓枯病、黄瓜苗期绵疫病等。

啮菌酯是一种甲氧基丙烯酸酯类农药,它能够有效地抵御多种病害,包括白粉病、锈病、网斑病、

收稿日期:2023-02-04

基金项目:现代农业产业技术体系北京市创新团队项目(编号:BAIC01-2022);河北省土传病害绿色防控技术创新中心项目(编号:2021K04)。

作者简介:李文静(1999—),女,河南濮阳人,硕士研究生,主要从事杀菌剂和土壤熏蒸剂乙蒜素的应用相关研究。E-mail:wjlxhzy@163.com。

通信作者:曹勘程,博士,研究员,主要从事土壤消毒使用技术和外来入侵植物防控研究。E-mail:caoac@vip.sina.com。

[20]唐雪辉,贺建文,谭顺林,等. 芝麻主要农艺性状与产量相关性 & 通径分析[J]. 安徽农业科学,2010,38(26):14293-14294.

[21]吕 伟,韩俊梅,文 飞,等. 西北地区芝麻单株产量与农艺性状的相关性与通径分析[J]. 种子,2020,39(4):91-94.

[22]刘红艳,赵应忠. 芝麻产量性状与品质性状的典型相关分析[J]. 中国油料作物学报,2006,28(2):129-133.

[23]韩 贝,王旭文,李保奇,等. 陆地棉种质资源抗旱性状的关联分析[J]. 作物学报,2021,47(3):438-450.

[24]徐凌霄,陈佳玮,丁国辉,等. 室内植物表型平台及性状鉴定研究进展和展望[J]. 智慧农业,2020,2(1):23-42.

[25]Yuan L, Liu Z N, Song X Y, et al. The *CKII* histidine kinase specifies the female gametic precursor of the endosperm[J]. Developmental Cell,2016,37(1):34-46.

[26]Deng Y, Dong H L, Mu J Y, et al. *Arabidopsis* histidine kinase *CKII* acts upstream of histidine phosphotransfer proteins to regulate female gametophyte development and vegetative growth[J]. The Plant Cell,2010,22(4):1232-1248.

霜霉病和稻瘟病等,其作用范围极其广泛,且抗病能力强^[11]。

尖孢镰刀菌(*Fusarium oxysporium*)主要会引起植物的枯萎病,如黄瓜枯萎病、番茄枯萎病等;立枯丝核菌(*Rhizoctonia solani*)容易引起作物的立枯病和根腐病,如番茄立枯病、棉花立枯病和黄瓜立枯病等;新拟盘多毛孢(*Neopestalotiopsis clavispora*)会导致植物叶斑病和根腐病,如草莓叶斑病和根腐病等;刺盘孢属(*Colletotrichum* spp.)会引起植物的炭疽病,如大白菜炭疽病等。

嘧菌酯对尖孢镰刀菌、立枯丝核菌、新拟盘多毛孢和刺盘孢属 4 种病原菌的毒力均有相关报道^[12-18];乙蒜素对尖孢镰刀菌、立枯丝核菌和刺盘孢属 3 种病原菌的毒力均有相关报道^[19-21],而对新拟盘多毛孢的毒力目前没有相关报道。

抗药性的产生会导致药剂防效降低,因此不能长期使用某一药剂防治这些病害。鉴于此,为扩大杀菌剂的防治谱、筛选杀菌剂新组合、更有效地防治多种病害,本研究在室内离体条件下使用菌丝生长速率法测定乙蒜素和嘧菌酯及其复配剂对尖孢镰刀菌、立枯丝核菌、新拟盘多毛孢和刺盘孢属 4 种病原菌的毒力;进一步采用 Colby 法评价乙蒜素和嘧菌酯对 4 种病原真菌的混用效果,并选择其中较好的处理组合进行离体叶片试验,目的是为了获得新型、高效、低毒的药剂组合,为病害的科学防治提供更多的药剂使用参考,并为新的复配药剂的研发提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 供试药剂

供试药剂见表 1。

表 1 供试药剂

药剂名称	生产厂家	成分组成
乙蒜素	海南正业中农高科股份有限公司	80% 乳油
嘧菌酯	先正达南通作物保护有限公司	250 g/L 悬浮剂

1.2 供试培养基及菌株

供试 PDA 培养基成分:马铃薯浸粉 5.0 g、葡萄糖 20.0 g、琼脂 14.0 g,pH 值为 5.6 ± 0.2。以 1 L 蒸馏水为例,称取 39.0 g PDA 培养基,搅拌加热至完全溶解,分装于 100 mL 锥形瓶中,121 °C 高压灭菌 15 min,备用。

供试菌株:尖孢镰刀菌采集自北京市昌平区金

六环基地的黄瓜病株,病原菌的分离纯化在实验室中进行,并将其储存在 PDA 斜面上于 4 °C 冰箱中保存备用,经鉴定,该病菌为尖孢镰刀菌;立枯丝核菌采集自北京市顺义区的番茄病株,分离纯化方法同上,经鉴定,该病菌为立枯丝核菌;新拟盘多毛孢采集自河北省保定市草莓种植基地(连续种植草莓 20 年以上)的草莓根腐病样本,分离纯化方法同上,经鉴定为新拟盘多毛孢^[22];刺盘孢属采集自湖南省百合病株,分离纯化方法同上,经鉴定,该病菌为刺盘孢属。所有菌株均在笔者所在实验室保存。

1.3 试验时间及地点

试验时间:2021 年 5—11 月;所有试验均在笔者所在实验室完成。

1.4 试验方法

1.4.1 乙蒜素和嘧菌酯对 4 种菌株的毒力测定 使用菌丝生长速率法测定 4 种病原真菌对乙蒜素和嘧菌酯的敏感性。如表 2 所示,每种药剂设置 5 个浓度。本试验均在无菌环境下进行:首先,配制一系列浓度梯度的含药 PDA 平板;其次,从活化菌落的边缘取 1 个直径为 5.0 mm 的菌饼,菌丝面朝下,每皿接种 1 个菌饼,注意打孔器打在同一圆周上;再次,对照不加药剂但加等量蒸馏水,其他操作均同上,每个处理重复 3 次;最后,于 28 °C 培养箱中倒置培养,4~7 d 后测量菌落直径,并计算各药剂处理对菌丝生长的抑制率。

菌丝生长抑制率的计算公式如下:

抑制率 = (对照菌落平均直径 - 处理菌落平均直径) / (对照菌落平均直径 - 菌饼直径) × 100%。

1.4.2 Colby 法评价药剂混用效果 根据得到的乙蒜素和嘧菌酯的毒力回归方程,2 个药剂各选取 2 个合适的浓度(本研究以理论 EC₅₀和 EC₇₀为例),共 4 个药剂混配组合进行混配。操作方法同“1.4.1”节,计算不同浓度混配药剂对 4 种菌株的存活率和理论存活率的影响。

$$\text{存活率} = (1 - \frac{\text{处理菌落直径平均值} - \text{菌饼直径}}{\text{对照菌落直径平均值} - \text{菌饼直径}}) \times 100\% ;$$

$$E_0 = X_1 \cdot X_2 \cdot \cdots \cdot X_n / 100^{(n-1)}。$$

其中: E_0 为混剂的理论存活率; n 为混用杀菌剂的数量; X_n 为施用第 n 种杀菌剂后菌株的存活率。 E 为混剂使用后实际存活率,当 $E_0 - E < -5\%$ 时,表明存在拮抗作用;当 $-5\% \leq E_0 - E \leq 5\%$ 时,表明存在加成作用;当 $E_0 - E > 5\%$ 时,表明存在增效作用^[23-24]。

表 2 供试药剂的浓度梯度

药剂	菌株	药剂浓度 (mg/L)				
		浓度 1	浓度 2	浓度 3	浓度 4	浓度 5
80% 乙蒜素乳油	尖孢镰刀菌	8.89	13.33	17.78	26.67	53.33
	立枯丝核菌	8.89	13.33	26.67	33.33	40.00
	新拟盘多毛孢	8.89	13.33	17.78	26.67	53.33
	刺盘孢属	17.78	26.67	32.00	40.00	53.33
250 g/L 嘧菌酯悬浮剂	尖孢镰刀菌	1.25	2.50	10.00	25.00	50.00
	立枯丝核菌	10.00	50.00	250.00	1 000.00	2 000.00
	新拟盘多毛孢	1.25	2.50	5.00	10.00	50.00
	刺盘孢属	0.16	0.31	0.63	2.50	10.00

1.4.3 离体叶片法评价药剂混用效果 选择 Cobly 法中乙蒜素与嘧菌酯复配得到的较好的处理组合,采用离体叶片法进一步验证乙蒜素和嘧菌酯复配对立枯丝核菌的防治效果。于黄瓜叶片背面均匀喷洒配制好的药液,待药液自然风干后,将各处理叶片叶背向上,放置于培养皿中保湿,其中对照处理只含蒸馏水不含药剂,每个处理 8 张叶片,重复 3 次。将直径为 5.0 mm 的菌饼接种于叶片背面。接种完成后置于人工气候箱,在 28 ℃、相对湿度为 65% 的条件下培养 7 d。

防效计算公式如下:

病情指数 = $\frac{0 \times A + 1 \times B + 3 \times C + 5 \times D + 7 \times E + 9 \times F}{\text{调查总叶片数} \times 9} \times 100;$

防治效果 = $\left(1 - \frac{\text{处理组平均病情指数}}{\text{对照组平均病情指数}}\right) \times 100\%。$

其中,A、B、C、D、E、F 分别代表各级叶片数,详见表 3。

1.5 数据处理

利用 SPSS、Excel 和 DPS 软件处理试验数据,得到各药剂对供试菌株的 EC₅₀、毒力回归方程的斜率、卡方值和 P 值。使用单因素方差分析,对离体叶片的病情指数进行显著性分析。

表 4 乙蒜素和嘧菌酯对 4 种菌株的室内毒力

药剂	菌株	斜率	EC ₅₀ (mg/L)	卡方值	P 值
80% 乙蒜素乳油	尖孢镰刀菌	1.058 ± 0.346	15.507	1.090	0.580
	立枯丝核菌	1.367 ± 0.235	31.357	1.843	0.606
	新拟盘多毛孢	2.321 ± 0.594	15.991	5.247	0.073
	刺盘孢属	1.325 ± 0.375	35.454	2.436	0.119
250 g/L 嘧菌酯悬浮剂	尖孢镰刀菌	0.103 ± 0.050	13.142	1.403	0.705
	立枯丝核菌	0.306 ± 0.063	1 039.924	0.102	0.992
	新拟盘多毛孢	1.241 ± 0.316	12.116	0.002	0.960
	刺盘孢属	0.605 ± 0.112	0.023	4.261	0.235

表 3 黄瓜枯萎病病情指数分级标准

级别	发病程度	各级叶片数
0	叶片无病斑	A
1	病斑面积占叶片总面积的 5% 及以下	B
3	病斑面积占叶片总面积的 6% ~ 10%	C
5	病斑面积占叶片总面积的 11% ~ 25%	D
7	病斑面积占叶片总面积的 26% ~ 50%	E
9	病斑面积占叶片总面积的 50% 以上	F

2 结果与分析

2.1 4 种病原菌菌株对单剂药剂的室内毒力

乙蒜素对 4 种菌株的室内毒力试验结果(表 4)表明,80% 乙蒜素乳油对尖孢镰刀菌、立枯丝核菌、新拟盘多毛孢、刺盘孢属 4 种菌株的 EC₅₀ 分别为 15.507、31.357、15.991、35.454 mg/L,其中对尖孢镰刀菌和新拟盘多毛孢的 EC₅₀ 较小,表明 80% 乙蒜素乳油对它们的抑制效果较好;250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对 4 种菌株的 EC₅₀ 分别为 13.142、1 039.924、12.116、0.023 mg/L,其中 250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对刺盘孢属的抑制效果较好,相比于其他菌株,对立枯丝核菌的 EC₅₀ 最大,说明 250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对立枯丝核菌的抑制效果最差。

2.2 Colby 法对乙蒜素和嘧菌酯混用效果的评价

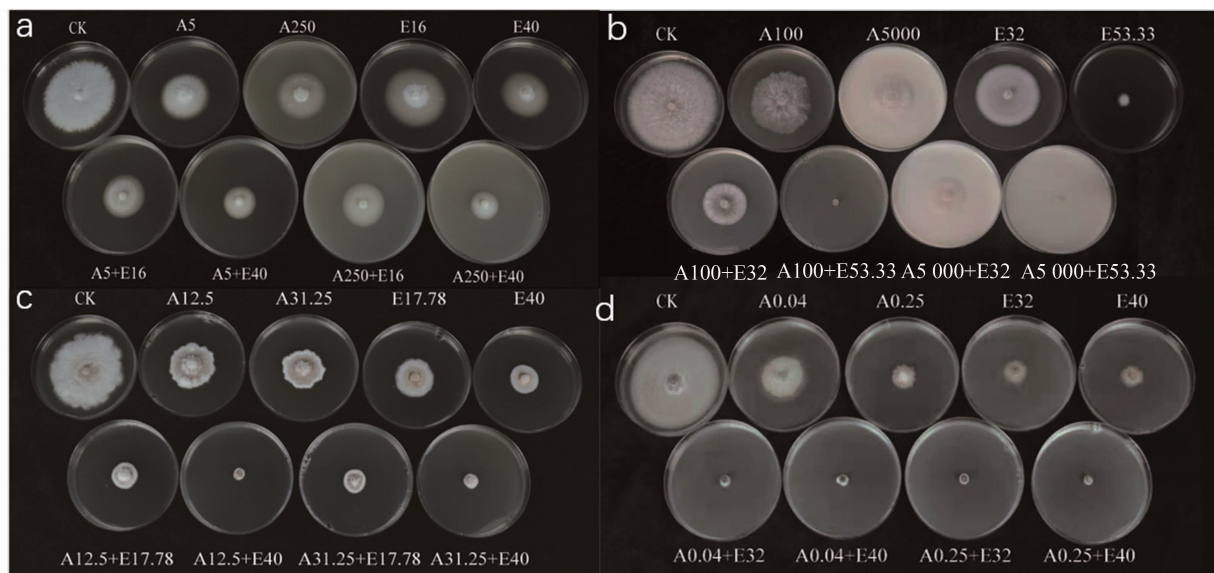
2.2.1 乙蒜素和嘧菌酯混用对尖孢镰刀菌的抑制效果 在处理剂量下 80% 乙蒜素乳油对尖孢镰刀菌的抑制率为 30% ~ 50%, 250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对尖孢镰刀菌的抑制率为 40% ~ 50%, 各浓度组合对尖孢镰刀菌的抑制率在 60% ~ 75% 之间。Colby 法检验结果表明, 当乙蒜素和嘧菌酯混用时, 对尖孢镰刀菌的联合作用类型属于加成作用(图 1-a)。

2.2.2 乙蒜素和嘧菌酯混用对立枯丝核菌的抑制效果 在处理剂量下 80% 乙蒜素乳油对立枯丝核菌的抑制率为 35% ~ 100%, 250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对立枯丝核菌的抑制率为 36% ~ 60%, 各浓度组合对立枯丝核菌的抑制率在 57% ~ 100% 之间。Colby 法检验结果表明, 当乙蒜素和嘧菌酯混用时, 对立枯丝核菌的联合作用类型属于加成作用(图 1-b)。

2.2.3 乙蒜素和嘧菌酯混用对新拟盘多毛孢的抑制效果 在处理剂量下 80% 乙蒜素乳油对新拟盘

多毛孢的抑制率为 52% ~ 68%, 250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对新拟盘多毛孢的抑制率为 45% ~ 56%, 各浓度组合对新拟盘多毛孢的抑制率在 76% ~ 98% 之间。Colby 法检验结果表明, 当乙蒜素和嘧菌酯混用时, 对新拟盘多毛孢的联合作用类型属于加成作用; 其中乙蒜素浓度为 40 mg/L, 嘧菌酯浓度为 12.5 mg/L 时混用, 对新拟盘多毛孢的抑菌效果增效明显(图 1-c)。

2.2.4 乙蒜素和嘧菌酯混用对刺盘孢属的抑制效果 在处理剂量下 80% 乙蒜素乳油对刺盘孢属的抑制率为 77% ~ 84%, 250 g/L 嘧菌酯悬浮剂对刺盘孢属的抑制率为 46% ~ 80%, 各浓度组合对刺盘孢属的抑制率在 94% ~ 99% 之间。Colby 法检验结果表明, 当乙蒜素和嘧菌酯混用时, 对刺盘孢属的联合作用类型属于加成作用; 其中乙蒜素浓度为 32 mg/L, 嘧菌酯浓度为 0.04 mg/L 时混用, 对刺盘孢属的抑菌效果增效明显(图 1-d)。



A—250 g/L 嘧菌酯悬浮剂; E—80% 乙蒜素乳油。a 图中为尖孢镰刀菌, CK—不处理; A5—嘧菌酯 5 mg/L; A250—嘧菌酯 250 mg/L; E16—乙蒜素 16 mg/L; E40—乙蒜素 40 mg/L; A5+E16—嘧菌酯 5 mg/L+乙蒜素 16 mg/L; A5+E40—嘧菌酯 5 mg/L+乙蒜素 40 mg/L; A250+E16—嘧菌酯 250 mg/L+乙蒜素 16 mg/L; A250+E40—嘧菌酯 250 mg/L+乙蒜素 40 mg/L。b 图中为立枯丝核菌, CK—不处理; A100—嘧菌酯 100 mg/L; A5000—嘧菌酯 5 000 mg/L; E32—乙蒜素 32 mg/L; E53.33—乙蒜素 53.33 mg/L; A100+E32—嘧菌酯 100 mg/L+乙蒜素 32 mg/L; A100+E53.33—嘧菌酯 100 mg/L+乙蒜素 53.33 mg/L; A5000+E32—嘧菌酯 5 000 mg/L+乙蒜素 32 mg/L; A5000+E53.33—嘧菌酯 5 000 mg/L+乙蒜素 53.33 mg/L。c 图中为新拟盘多毛孢, CK—不处理; A12.5—嘧菌酯 12.5 mg/L; A31.25—嘧菌酯 31.25 mg/L; E17.78—乙蒜素 17.78 mg/L; E40—乙蒜素 40 mg/L; A12.5+E17.78—嘧菌酯 12.5 mg/L+乙蒜素 17.78 mg/L; A12.5+E40—嘧菌酯 12.5 mg/L+乙蒜素 40 mg/L; A31.25+E17.78—嘧菌酯 31.25 mg/L+乙蒜素 17.78 mg/L; A31.25+E40—嘧菌酯 31.25 mg/L+乙蒜素 40 mg/L。d 图中为刺盘孢属, CK—不处理; A0.04—嘧菌酯 0.04 mg/L; A0.25—嘧菌酯 0.25 mg/L; E32—乙蒜素 32 mg/L; E40—乙蒜素 40 mg/L; A0.04+E32—嘧菌酯 0.04 mg/L+乙蒜素 32 mg/L; A0.04+E40—嘧菌酯 0.04 mg/L+乙蒜素 40 mg/L; A0.25+E32—嘧菌酯 0.25 mg/L+乙蒜素 32 mg/L; A0.25+E40—嘧菌酯 0.25 mg/L+乙蒜素 40 mg/L。

图1 乙蒜素和嘧菌酯混用对4种真菌的抑制效果

2.3 离体叶片法对乙蒜素和嘧菌酯混用效果评价

2.3.1 对尖孢镰刀菌的活性 对乙蒜素与嘧菌酯复配中得到的增效效果较好的组合进行黄瓜叶片

离体试验, 评价乙蒜素与嘧菌酯复配对尖孢镰刀菌的防治效果。试验结果(表 5, 图 2-a)表明, 乙蒜素与嘧菌酯复配后防治效果显著增加。单独使用

浓度为 5 mg/L 的噁菌酯时,防治效果为 37.18%,单独使用浓度为 16 mg/L 的乙蒜素时,防治效果为 33.33%,但两者混配使用时,防治效果可达 57.69%;单独使用浓度为 5 mg/L 的噁菌酯时,防治效果为 37.18%,单独使用浓度为 40 mg/L 的乙蒜素时,防治效果为 53.85%,但两者混配使用时,防治效果可达 78.21%,这表明乙蒜素与噁菌酯复配后对尖孢镰刀菌的离体防控效果显著增加。

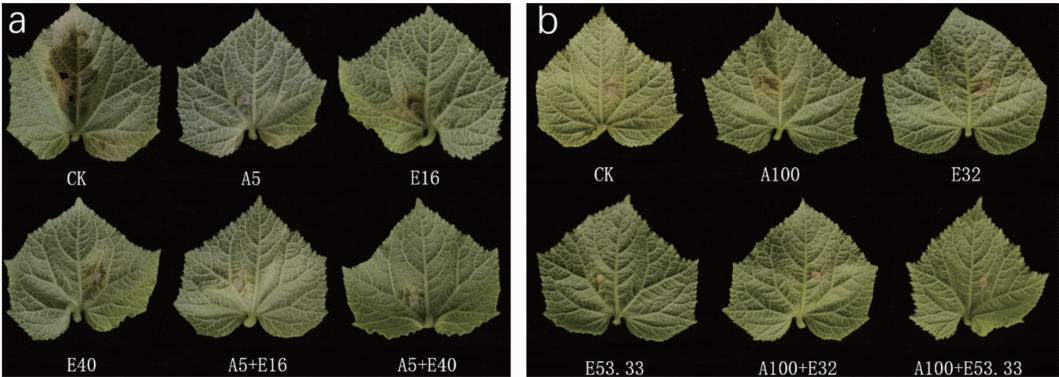
2.3.2 对立枯丝核菌的活性 对乙蒜素与噁菌酯复配中得到的增效效果较好的组合进行黄瓜叶片离体试验,评价乙蒜素与噁菌酯复配对立枯丝核菌的防治效果。试验结果(表 5,图 2-b)表明,乙蒜素与噁菌酯复配后防治效果显著增加。单独使用浓度为 100 mg/L 的噁菌酯时,防治效果为 17.50%,单独使用浓度为 32.00 mg/L 的乙蒜素时,防治效果为 21.25%,但两者混配使用时,防治效果可达 60.00%;单独使用浓度为 100 mg/L 的噁菌酯时,防治效果为 17.50%,单独使用浓度为 53.33 mg/L 的乙蒜素时,防治效果为 72.50%,但两者混配使用时,防治效果可达 83.75%,这表明乙蒜

素与噁菌酯复配后对立枯丝核菌的离体防控效果显著增加,这与室内试验结果一致。

表 5 乙蒜素和噁菌酯复配防治黄瓜叶片尖孢镰刀菌
和立枯丝核菌的效果(叶片法)

菌株	浓度 (mg/L)		病情指数	防治效果 (%)
	80% 乙蒜素乳油	250 g/L 噁菌酯悬浮剂		
尖孢镰刀菌	0	0	96.30 ± 3.70a	
	0	5	60.49 ± 2.14b	37.18c
	16	0	64.20 ± 2.14b	33.33c
	40	0	44.44 ± 3.70c	53.85b
	16	5	40.74 ± 3.70c	57.69b
立枯丝核菌	40	5	20.99 ± 2.14d	78.21a
	0	0	98.77 ± 2.14a	
	0	100	81.48 ± 3.70b	17.50d
	32.00	0	77.78 ± 3.70b	21.25d
	53.33	0	27.16 ± 2.14d	72.50b
	32.00	100	39.51 ± 5.66c	60.00c
	53.33	100	16.05 ± 2.14e	83.75a

注:根据邓肯氏新复极差检验,数据后不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05)。



A—250 g/L 噁菌酯悬浮剂; E—80% 乙蒜素乳油。A 图中, CK—不处理; A5—噁菌酯 5 mg/L; E16—乙蒜素 16 mg/L; E40—乙蒜素 40 mg/L; A5+E16—噁菌酯 5 mg/L+乙蒜素 16 mg/L; A5+E40—噁菌酯 5 mg/L+乙蒜素 40 mg/L。
B 图中, CK—不处理; A100—噁菌酯 100 mg/L; E32—乙蒜素 32 mg/L; E53.33—乙蒜素 53.33 mg/L; A5+E16—噁菌酯 5 mg/L+乙蒜素 16 mg/L; A5+E40—噁菌酯 5 mg/L+乙蒜素 40 mg/L; A100+E32—噁菌酯 100 mg/L+乙蒜素 32 mg/L; A100+E53.33—噁菌酯 100 mg/L+乙蒜素 53.33 mg/L

图2 乙蒜素和噁菌酯复配防治黄瓜叶片尖孢镰刀菌(a)和立枯丝核菌(b)的离体效果

3 结论与讨论

在实际生产中,为避免长期使用单一药剂产生抗药性,常常将多种药剂混用来延缓抗药性并提高防效^[25]。研究表明,药剂混配具有一定的增效作用,同时可以降低药剂使用量和使用次数,从而降低药剂使用成本^[26-27]。噁菌酯是一种高效、广谱的杀菌剂,乙蒜素也具有高效、广谱、无公害的特点,

两者作用机制不同,且无交互抗性。噁菌酯可以与多种药剂进行复配,但目前乙蒜素与噁菌酯复配仅在防治番茄黄叶枯萎病方面有过报道,可参考性不足^[28]。

本研究测定了乙蒜素和噁菌酯及其复配剂对 4 种病原真菌的室内毒力。单一药剂试验结果表明,80% 乙蒜素乳油对尖孢镰刀菌和新拟盘多毛孢的抑制效果较好,其 EC₅₀ 分别为 15.507、15.991 mg/L;

250 g/L 噁菌酯悬浮剂对刺盘孢属的抑制作用极好,其 EC_{50} 为 0.023 mg/L,噁菌酯在用量极低的情况下对刺盘孢属就可以达到极好的效果。与单剂相比,乙蒜素和噁菌酯复配使用对 4 种病原真菌的抑制作用均有一定程度的增加,复配药剂的效果显然更好。离体叶片试验结果表明,与单一药剂相比,乙蒜素与噁菌酯的混合使用显著提高了对尖孢镰刀菌和立枯丝核菌的防治效果。

本试验进行了乙蒜素与噁菌酯单剂及其复配剂对 4 种病原真菌的室内毒力测定,二者对 4 种病原真菌均具有良好的抑制作用,且复配剂的抑菌效果优于单剂。这一试验结果表明乙蒜素与噁菌酯复配能够扩大杀菌剂的防治谱,同时也筛选出了新的杀菌剂组合,为多种病害的科学防治提供了更为有效的药剂参考,并为开发防治相关病害复配药剂提供了重要的理论依据和科学支撑。但本试验为室内离体试验结果,田间使用效果尚不明确,有待于进一步深入研究。

参考文献:

- [1] 柳自清,张博然,顾爱星. 几种杀菌剂对棉花枯萎病的田间防效评价[J]. 农业与技术,2021,41(9):21-26.
- [2] 邹东霞,钟雅婷,廖旺姣,等. 9 种杀菌剂对桉树轮斑病原菌室内毒力测定[J]. 广西林业科学,2021,50(2):189-194.
- [3] 邱月,李海燕,张海洋,等. 不同药剂对水稻恶苗病病菌的抑制作用[J]. 中国植保导刊,2020,40(11):69-72.
- [4] 林天然,卢艺惠,曾文龙,等. 常见杀菌剂对烟草青枯病菌的毒力效应[J]. 农学学报,2020,10(8):33-37.
- [5] 李小艳,刘翊泽,杨红,等. 不同药剂对拟茎点霉菌的室内毒力测定[J]. 现代农业科技,2020(22):70-73.
- [6] 武向文,沈慧梅,沈雁君,等. 不同种子处理药剂对水稻恶苗病的控制效果[J]. 中国植保导刊,2021,41(4):66-68.
- [7] 朱秀红,季远,徐飞. 三种浸种剂对水稻浸种的安全性试验及对水稻恶苗病预防效果评价[J]. 农业开发与装备,2021(1):152-153.
- [8] 陈永森,李日旺,黄国弟,等. 广西芒果树叶片苔藓发生情况调查及药剂筛选试验[J]. 植物保护,2020,46(6):217-222.
- [9] Liu T, Ren X L, Cao G Y, et al. Transcriptome analysis on the mechanism of ethylcin inhibiting *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* on kiwifruit [J]. Microorganisms,2021,9(4):724.
- [10] 刘长令,关爱莹,张明星. 广谱高效杀菌剂噁菌酯[J]. 世界农药,2002(1):46-49.
- [11] 白冰. 双流县草莓缩菟病诊断与防治[D]. 雅安:四川农业大学,2012.
- [12] 文家富,郑小惠,陆淑静,等. 马铃薯黑痣病发生与田间防治试验[J]. 陕西农业科学,2019,65(10):75-78.
- [13] 赵美键. 氨基寡糖素对马铃薯黑痣病防治效果研究[D]. 秦皇岛:河北科技师范学院,2019.
- [14] 温浩,魏佳爽,张桂军,等. 九种杀菌剂对新拟盘多毛孢病菌的室内毒力作用[J]. 农药学报,2019,21(4):437-443.
- [15] 苏海欢. 精油-甲氧基丙烯酸酯杂合物的设计合成及抑菌活性测定[D]. 武汉:华中农业大学,2017.
- [16] 谢圣华,肖彤斌,芮凯,等. 噁菌酯在 4 种瓜类真菌病害防治中的应用[J]. 热带农业科学,2006(2):3-6.
- [17] 康立娟,韩秀英,马志强. 噁菌酯对三种蔬菜病害的毒力、防效及安全性研究[J]. 农药学报,2004(1):85-88.
- [18] 吉沐祥,陈宏州,吴祥,等. 8 种生物杀菌剂对草莓枯萎病菌室内抑菌活性的测定[J]. 江苏农业科学,2014,42(9):103-106.
- [19] 李增平,张胡焕. 5 种药剂对 2 株立枯丝核菌的室内毒力测定[J]. 热带生物学报,2010,1(1):41-44.
- [20] 石洁,李宝燕,栾炳辉,等. 5 种生物药剂对葡萄炭疽病药效研究[J]. 中国果树,2021(1):74-76.
- [21] 赵晓珍,王荔,张雪,等. 贵州省火龙果炭疽病原菌的分离鉴定及生物农药筛选[J]. 贵州农业科学,2020,48(4):70-74,2.
- [22] 李青杰,朱佳红,吴佳佳,等. 河北保定地区草莓根腐病病原鉴定及室内毒力测定[J]. 河北农业大学学报,2021,44(2):15-20.
- [23] Colby S R. Calculating synergistic and antagonistic responses of herbicide combinations [J]. Weeds,1967,15(1):20-22.
- [24] 胡小梅,徐进,毛连刚,等. 7 种杀菌剂对姜瘟病菌 Z-AQ-2 菌株的抑菌活性[J]. 植物保护,2016,42(6):208-214.
- [25] 杜庆志,张建业,刘翔,等. 不同杀菌剂对小麦白粉病菌室内毒力测定及混配增效药剂筛选[J]. 植物保护,2021,47(6):327-331.
- [26] 林辉,杨新琴,沈年桥,等. 7 种药剂防治番茄黄叶枯萎病试验[J]. 浙江农业科学,2018,59(4):582-583.
- [27] 路妍,高健,袁喜丽,等. 12 种杀菌剂对小麦赤霉病病菌的室内毒力及不同植保器械施药效果研究[J]. 江苏农业科学,2021,49(21):120-127.
- [28] Zhang S M, Zhang M Q, Khalid A R, et al. Ethylcin prevents potato late blight by disrupting protein biosynthesis of *Phytophthora infestans* [J]. Pathogens,2020,9(4):299-299.