

王晓琳, 邬 劼, 黄洁雪, 等. 四霉素与丙硫菌唑复配对草莓炭疽病菌的增效作用[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(10): 91–95.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2021.10.017

四霉素与丙硫菌唑复配对草莓炭疽病菌的增效作用

王晓琳¹, 邬 劼², 黄洁雪¹, 吉沐祥¹

(1. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 江苏句容 212400; 2. 镇江万山红遍农业园, 江苏句容 212400)

摘要:在实验室条件下, 以草莓炭疽病菌(*Colletotrichum gloeosporioides*)为供试菌, 采用菌丝生长速率法, 测定了吡唑醚菌酯、四霉素、丙硫菌唑、氟吡菌酰胺和吡唑菌胺对草莓炭疽病菌的毒力。结果表明, 丙硫菌唑对草莓炭疽病菌抑制中浓度最低, EC_{50} 仅为 $0.036\ 6\ \mu\text{g/mL}$, 其次是四霉素, EC_{50} 为 $0.297\ 5\ \mu\text{g/mL}$, 吡唑菌胺抑制中浓度最高, 其 EC_{50} 为 $1.818\ 8\ \mu\text{g/mL}$ 。在离体条件下开展四霉素与丙硫菌唑配比筛选试验, 结果表明, 当四霉素与丙硫菌唑的质量比为 1 : 15 时, EC_{50} 仅为 $0.022\ 4\ \mu\text{g/mL}$, 增效系数(SR)值为 1.73, 确定四霉素与丙硫菌唑防治草莓炭疽病菌的最佳比例为 1 : 15。

关键词:四霉素; 丙硫菌唑; 草莓炭疽病菌; 复配; 增效作用

中图分类号:S436.68⁺4 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2021)10-0091-05

草莓是江苏省大面积栽培的特色经济作物之一, 全省种植面积达 2 万 hm^2 , 主要分布在苏南的句容市、溧水县、宜兴市, 以及苏北地区的东海市、铜山区、贾旺区、如皋市、海门市、沭阳县等地区, 其中设施草莓面积超过 90%, 年产量超过 4.0 万 t。草莓作为江苏省冬季唯一时令水果, 产品供不应求, 经济效益显著, 收益超 1 万元/667 m^2 , 草莓产业已成为当地现代农业的支柱产业。草莓在生产中病虫害多而复杂, 随着近年来极端气候的频现, 特别是雨水天气导致草莓露天育苗病害重, 其中又以草莓炭疽病为甚。炭疽病危害草莓整个生长期, 尤其是育苗期和移栽存活期的匍匐茎、叶片、叶柄、根冠等部位容易染病, 导致局部产生病斑, 甚至整株死亡^[1]。目前生产上主要采用甲氧基丙烯酸酯类、咪唑类、三唑类、苯并咪唑类等化学杀菌剂进行草莓炭疽病的防治。杨敬辉等对江苏省句容市的 1 株草莓炭疽病原菌进行分离鉴定, 并采用 12 种杀菌剂对该炭疽病菌进行了室内毒力试验, 结果发现丙环唑、氟硅唑、咪鲜胺、氟环唑、苯醚甲环唑和戊唑醇对其抑制中浓度较低, 有较好的抑菌活性^[2]。吴祥

等发现, 吡唑醚菌酯、咪鲜胺、已唑醇和啉菌: 已唑醇(1 : 2, 体积比)对草莓炭疽病菌也有较强的室内抑菌活性^[3]。因为防治草莓炭疽病的杀菌剂大多是单一的作用位点, 具有高度的选择专化性, 在长期高剂量杀菌剂的选择压下, 导致草莓炭疽病菌产生严重的抗药性。林婷检测到对甲基硫菌灵产生高水平抗药性的草莓炭疽病菌株 67 株, 频率高达 98.53%^[4]。韩国兴等通过对杭州建德和下沙草莓基地菌株的抗性进行检测, 也发现胶孢炭疽菌对乙霉威高抗菌株比例高达 93.7%, 对多菌灵高抗菌株的比例达 92.1%, 同时抗这 2 种药剂的菌株的比例高达 87.3%^[5]。

植物源农药、微生物农药或抗生素类生防药剂, 是现代种植产业的绿色健康可持续发展的方向。但是生物农药在防治草莓炭疽病的实际应用中, 因为容易受环境等因素影响而导致防效稳定性差、作用持久性差等问题。辽宁微科生物工程股份有限公司 2016 年登记的四霉素(梧宁霉素)生物农药, 是不吸水链霉菌梧州亚种的发酵代谢产物, 其有效成分可通过抑制菌丝体生长, 诱导植物抗性并促进作物生长而达到防治病害的目的^[6]。安徽久易农业股份有限公司 2019 年登记的三唑硫酮类杀菌剂——丙硫菌唑, 属甾醇脱甲基化抑制剂, 具有选择性、保护性、治疗性和持效性等特点^[7]。本研究选用生物农药四霉素与丙硫菌唑复配, 以期明确 2 种药剂最佳配比, 旨在为草莓炭疽病的防治提供理论指导。

收稿日期: 2020-11-11

基金项目: 江苏省镇江市重点研发计划(编号: NY2019002); 江苏省句容市农业科技支撑计划(编号: NY2019441032)。

作者简介: 王晓琳(1986—), 女, 辽宁营口人, 硕士, 助理研究员, 主要从事草莓病害防治研究。E-mail: morethan365@126.com。

通信作者: 吉沐祥, 研究员, 主要从事应时鲜果病虫害防治研究。E-mail: jilvdun2800@163.com。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 草莓炭疽病菌 (*Colletotrichum gloeosporioides*) 采自江苏省句容市白兔镇簪小华家庭农场草莓棚,由江苏丘陵地区镇江农业科学研究所分离、鉴定、并保存备用。菌株 4 ℃ 保存于马铃薯蔗糖琼脂(PDA)斜面上。将菌种在 PDA 培养基平板上转接 1 次后,置于 25 ℃ 条件下预培养 6 d,从菌落边缘取直径 5 mm 菌丝块用做药剂毒力测定。

1.1.2 试验时间与地点 试验时间 2020 年 7—10 月,试验地点江苏丘陵地区镇江农业科学研究所中心实验室。

1.1.3 供试药剂 详见表 1。

表 1 杀菌剂种类及生产厂家

药剂	生产厂家
0.3% 四霉素水剂(AS)	辽宁微科生物工程股份有限公司
30% 丙硫菌唑可分散油悬浮剂(OP)	安徽久易农业股份有限公司
20% 吡噻菌胺悬浮剂(SC)	日本三井化学 AGRO 株式会社
41.7% 氟吡菌酰胺悬浮剂(SC)	拜耳生物科技有限公司
25% 吡唑醚菌酯悬浮剂(EC)	江苏东台东南化工有限公司

表 3 四霉素、丙硫菌唑与不同配方的浓度设置

药剂	浓度(μg/mL)
四霉素	3.2、1.6、0.8、0.4、0.2、0.1
丙硫菌唑	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 1:15	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 1:11	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 1:7	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 1:3	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 3:1	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 7:1	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 11:1	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5
四霉素:丙硫菌唑 15:1	0.4、0.2、0.1、0.05、0.025、0.012 5

取平均值。以不含杀菌剂的 PDA 培养基为对照计算药剂的抑制率,按毒力回归方程 $y = a + bx$ 计算药剂抑制菌丝生长的有效中浓度(EC_{50}),将其作为毒力参数。结果计算公式: $D = D_1 - D_2$,式中: D 为菌落增长直径; D_1 为菌落直径; D_2 为菌饼直径。 $I = (D_0 - D_1)/D_0 \times 100\%$,式中: I 为菌丝生长抑制率; D_0 为空白对照菌落增长直径; D_1 为药剂处理菌落增长直径。

1.2.3 杀菌剂对草莓炭疽病菌离体试验的最佳配比筛选 通过下列公式计算四霉素与丙硫菌唑的

1.2 试验方法

1.2.1 药液的配制及浓度设计 母液配制:各药剂均用蒸馏水溶解,配制成 1 000 μg/mL 的母液。

草莓炭疽病菌各药剂(单剂)的浓度设置见表 2。

表 2 5 种杀菌剂浓度设置

药剂	浓度(μg/mL)
四霉素	3.2、1.6、0.8、0.4、0.2、0.1
丙硫菌唑	0.400 0、0.200 0、0.100 0、0.050 0、0.025 0、0.012 5
吡噻菌胺	32、16、8、4、2、1
氟吡菌酰胺	32、16、8、4、2、1
吡唑醚菌酯	12.000、6.000、3.000、1.500、0.750、0.375

四霉素、丙硫菌唑与不同配方的浓度设置见表 3。

四霉素和丙硫菌唑 2 个杀菌剂的单剂与不同配方的浓度设计均为 6 个 2 倍稀释的梯度浓度含药 PDA 培养基,试验所用杀菌剂系列浓度的药液均为现配现用。

1.2.2 杀菌剂对草莓炭疽病菌的室内毒力测定 温度为 25 ℃ 条件下培养 6 d 后,每个菌落用十字交叉法垂直测量其直径各 1 次,每处理重复 4 次,然后

增效系数(SR)。

$$EC_{50}(\text{exp}) = \frac{a + b}{\frac{a}{EC_{50}(A)} + \frac{b}{EC_{50}(B)}};$$
$$SR = \frac{EC_{50}(\text{exp})}{EC_{50}(\text{obs})}。$$

式中: a 代表混剂中 A 的百分比; b 代表混剂中 B 的百分比; $EC_{50}(\text{obs})$ 为混剂 EC_{50} 实测值, $EC_{50}(\text{exp})$ 为混剂 EC_{50} 理论值。通过 SR 来评估四霉素与丙硫菌唑混用的增效作用, $SR > 1.5$ 为增效作用, $0.5 \leq SR \leq 1.5$ 为相加作用, $SR < 0.5$ 为拮抗作用^[8]。

2 结果与分析

2.1 室内抑菌活性测定

2.1.1 5 种杀菌剂对草莓炭疽病菌菌丝生长的抑制作用 试验结果显示,5 种杀菌剂对草莓炭疽病菌均有一定的毒力作用,其中丙硫菌唑的毒力最

强,四霉素次之(表 4)。5 种单剂的抑制中浓度(EC_{50})依次为丙硫菌唑($0.036\ 4\ \mu\text{g/mL}$) < 四霉素($0.296\ 2\ \mu\text{g/mL}$) < 吡唑醚菌酯($1.101\ 4\ \mu\text{g/mL}$) < 氟吡菌酰胺($1.362\ 8\ \mu\text{g/mL}$) < 吡噻菌胺($1.818\ 8\ \mu\text{g/mL}$)。

表 4 5 种杀菌剂对草莓炭疽病菌菌丝生长的抑制效果

药剂	毒力回归方程($y = a + bx$)	相关系数(r)	抑制中浓度($\mu\text{g/mL}$)	抑制中浓度的 95% 置信区间($\mu\text{g/mL}$)
四霉素	$y = 6.040\ 0 + 1.968\ 0x$	0.919 6	0.296 2	0.168 4 ~ 0.520 9
丙硫菌唑	$y = 7.147\ 5 + 1.491\ 9x$	0.986 9	0.036 4	0.029 2 ~ 0.045 2
吡噻菌胺	$y = 4.658\ 3 + 1.315\ 4x$	0.992 6	1.818 8	1.494 6 ~ 2.213 3
氟吡菌酰胺	$y = 4.895\ 2 + 0.779\ 7x$	0.985 0	1.362 8	0.991 6 ~ 1.872 8
吡唑醚菌酯	$y = 4.969\ 5 + 0.726\ 1x$	0.992 1	1.101 4	0.931 6 ~ 1.302 3

2.1.2 四霉素、丙硫菌唑与不同配方对草莓炭疽病菌菌丝生长的抑制 从表 5 可以看出,不同药剂随着浓度的升高对草莓炭疽病菌菌丝生长的抑菌率都有不同程度的提高,其中当四霉素浓度为 $0.1 \sim 3.2\ \mu\text{g/mL}$ 时,其抑菌率为 $30.68\% \sim 99.41\%$;当丙硫菌唑浓度为 $0.012\ 5 \sim 0.400\ 0\ \mu\text{g/mL}$ 时,其抑菌率为 $27.73\% \sim 95.58\%$;当四霉素与丙硫菌唑的配比分别为 $1:15$ 、 $1:11$ 、 $1:7$ 、 $1:3$ 时,其抑菌率分别为 $37.76\% \sim 95.28\%$ 、 $27.14\% \sim 98.53\%$ 、 $19.76\% \sim 87.91\%$ 、 $18.88\% \sim 90.27\%$;当四霉素与丙硫菌唑的配比分别为 $15:1$ 、 $11:1$ 、 $7:1$ 、 $3:1$ 时,抑菌率分别为 $5.90\% \sim 55.46\%$ 、 $5.01\% \sim 65.49\%$ 、 $10.91\% \sim 64.90\%$ 、 $17.11\% \sim 71.98\%$ 。

2.1.3 四霉素与丙硫菌唑对草莓炭疽病菌最佳配比筛选 试验中筛选到的毒力最高杀菌剂为四霉素和丙硫菌唑,将二者复配后根据 Wedley 法确定其最佳配比。依据前述毒力回归曲线方程、抑制中浓度和 SR 值(表 6)可知,四霉素与丙硫菌唑复配比例为 $1:15$ 时,其 SR 值最高,为 1.73,表现为增效作用,此时 EC_{50} 仅为 $0.022\ 4\ \mu\text{g/mL}$,其他复配比例的 SR 值在 $0.73 \sim 1.18$,表现为相加作用。因此建议四霉素与丙硫菌唑的复配用于防治草莓炭疽病菌的最佳比例选择 $1:15$ 。

3 讨论

绿色防控是一套针对不同作物和靶标,综合运用农业、物理、生物、生态、化学等多种技术手段和途径进行防治的技术模式,其中探索研究新的高

效、低毒和环境友好型复配剂是当前业内研究的趋势和热点。根据中国农药信息网显示,四霉素自从 2016 年被登记以来,目前有 6 个复配产品,春雷霉素、啶啉铜、中生菌素、辛菌胺醋酸盐、噁霉灵和已唑醇都参与到四霉素的复配中来,主要用于防治黄瓜上的细菌性角斑病和炭疽病,以及水稻上的立枯病、稻曲病及纹枯病。除此之外,有研究发现,四霉素还能防治茶蔗子葡萄座腔菌^[9]、辣椒疫霉病菌^[10]、蔬菜菌核病菌^[11],此外对番茄叶霉病^[12]、稻瘟病^[13]、黄瓜灰霉病^[14]等病害也有一定的防治效果和潜力。

丙硫菌唑为外消旋体,属于一类新的三唑硫酮杀菌剂,与传统的三唑类杀菌剂相比杀菌谱更广^[15],且持效期长,具有更好的杀菌性能。据报道,丙硫菌唑对桃褐腐病菌^[16]、小麦赤霉病^[17]、梨树黑星病、褐斑病、白粉病^[18]等也有较好的防治效果。本研究发现,5 种杀菌剂对草莓炭疽病菌的抑制中浓度最低的是丙硫菌唑,各单剂的活性(EC_{50})分别为丙硫菌唑($0.036\ 4\ \mu\text{g/mL}$) < 四霉素($0.296\ 2\ \mu\text{g/mL}$) < 吡唑醚菌酯($1.101\ 4\ \mu\text{g/mL}$) < 氟吡菌酰胺($1.362\ 8\ \mu\text{g/mL}$) < 吡噻菌胺($1.818\ 8\ \mu\text{g/mL}$)。本研究发现,在防治草莓炭疽病菌上,四霉素和丙硫菌唑单剂与吡唑醚菌酯、氟吡菌酰胺及吡噻菌胺相比具有更好的抑菌活性。

生物农药和化学药剂复配具有可以延缓化学药剂的抗药性、降低化学杀菌剂的施用量、提高生物农药的活性等优点,国内业已有报道将生物农药与化学药剂协同防治草莓炭疽病。谷春艳等将咪

表 5 四霉素、丙硫菌唑与不同配方对草莓炭疽病菌菌丝生长的抑制效果

药剂	浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)	药剂	浓度 ($\mu\text{g/mL}$)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)
四霉素	0	61.50		丙硫菌唑	0	61.50	
	0.1	44.17	30.68		0.012 5	45.83	27.73
	0.2	40.33	37.46		0.025 0	40.83	36.58
	0.4	35.33	46.31		0.050 0	27.00	61.06
	0.8	20.83	71.98		0.100 0	21.00	71.68
	1.6	15.17	82.01		0.200 0	15.50	81.42
	3.2	5.33	99.41		0.400 0	7.50	95.58
四霉素：丙硫菌唑 1：15	0	61.50		四霉素：丙硫菌唑 15：1	0	61.50	
	0.012 5	40.17	37.76		0.012 5	58.17	5.90
	0.025 0	30.33	55.16		0.025 0	56.33	9.14
	0.050 0	24.17	66.08		0.050 0	50.50	19.47
	0.100 0	18.83	75.52		0.100 0	45.17	28.91
	0.200 0	10.00	91.15		0.200 0	35.33	46.31
	0.400 0	7.67	95.28		0.400 0	30.17	55.46
四霉素：丙硫菌唑 1：11	0	61.50		四霉素：丙硫菌唑 11：1	0	61.50	
	0.012 5	46.17	27.14		0.012 5	58.67	5.01
	0.025 0	40.17	37.76		0.025 0	57.83	6.49
	0.050 0	27.00	61.06		0.050 0	47.83	24.19
	0.100 0	17.67	77.58		0.100 0	43.50	31.86
	0.200 0	11.00	89.38		0.200 0	34.83	47.20
	0.400 0	5.83	98.53		0.400 0	24.50	65.49
四霉素：丙硫菌唑 1：7	0	61.50		四霉素：丙硫菌唑 7：1	0	61.50	
	0.012 5	50.33	19.76		0.012 5	55.33	10.91
	0.025 0	38.50	40.71		0.025 0	52.67	15.63
	0.050 0	30.00	55.75		0.050 0	47.50	24.78
	0.100 0	19.00	75.22		0.100 0	38.17	41.30
	0.200 0	16.17	80.24		0.200 0	30.33	55.16
	0.400 0	11.83	87.91		0.400 0	24.83	64.90
四霉素：丙硫菌唑 1：3	0	61.50		四霉素：丙硫菌唑 3：1	0	61.50	
	0.012 5	50.83	18.88		0.012 5	51.83	17.11
	0.025 0	41.00	36.28		0.025 0	50.00	20.35
	0.050 0	30.50	54.87		0.050 0	46.33	26.84
	0.100 0	25.00	64.60		0.100 0	35.83	45.43
	0.200 0	21.00	71.68		0.200 0	26.83	61.36
	0.400 0	10.50	90.27		0.400 0	20.83	71.98

鲜胺与解淀粉芽孢杆菌复配,发现二者复配比例为 5：5 时,室内抑菌试验发现二者对草莓炭疽病菌具有显著的增效作用,防治效果最好,其防效为 69.94%,毒性比率为 1.432,该复配剂在田间试验也表现出很好的防治效果,防效达 67.91%,显著高于单剂的防效,有效地减少了化学药剂咪鲜胺的 50%用量^[19]。姚克兵等研究发现,枯草芽孢杆菌

DJ-6 (2.5 kg/hm²) 和减半用量的吡唑醚菌酯 (250 mL/hm²) 复配后对草莓炭疽病和白粉病的防治效果优于二者单用^[20]。本研究在实验室离体培养条件下采用 Wedley 法得出,四霉素和丙硫菌唑杀菌剂按照 1：15 的比例复配对草莓炭疽病菌具有显著增效作用,这将为减少化学药剂用量并提高草莓炭疽病防效提供了理论支撑,同时也为草莓炭疽病

表 6 四霉素与丙硫菌唑对草莓炭疽病菌防治效果最佳配比筛选

药剂	回归方程	相关系数 (<i>r</i>)	理论有效中浓度 EC ₅₀ (μg/mL)	实际有效中浓度 EC ₅₀ (μg/mL)	增效系数 (SR)
四霉素	$y = 0.885\ 2x + 4.953\ 1$	0.998 1		0.297 5	
丙硫菌唑	$y = 1.656\ 0x + 7.070\ 9$	0.990 4		0.036 6	
四霉素:丙硫菌唑 1:15	$y = 1.315\ 4x + 7.170\ 9$	0.992 0	0.038 7	0.022 4	1.73
四霉素:丙硫菌唑 1:11	$y = 1.810\ 8x + 7.673\ 1$	0.988 5	0.039 5	0.033 4	1.18
四霉素:丙硫菌唑 1:7	$y = 1.431\ 8x + 6.729\ 0$	0.991 4	0.041 1	0.042 4	0.97
四霉素:丙硫菌唑 1:3	$y = 1.292\ 3x + 6.434\ 6$	0.987 6	0.046 9	0.050 9	0.92
四霉素:丙硫菌唑 3:1	$y = 0.800\ 0x + 5.477\ 4$	0.980 8	0.106 9	0.125 8	0.85
四霉素:丙硫菌唑 7:1	$y = 0.882\ 1x + 5.378\ 5$	0.985 1	0.157 3	0.172 2	0.91
四霉素:丙硫菌唑 11:1	$y = 1.401\ 3x + 5.945\ 6$	0.986 6	0.186 6	0.211 4	0.88
四霉素:丙硫菌唑 15:1	$y = 1.188\ 6x + 5.656\ 1$	0.995 7	0.205 8	0.280 6	0.73

的防治药剂提供了新的选择,但该结果在生产条件下应用的防治效果还需进一步验证。

参考文献:

- [1] 张海英,张明会,刘志恒,等. 草莓炭疽病原鉴定及其生物学特性研究[J]. 沈阳农业大学学报,2007,38(3):317-321.
- [2] 杨敬辉,陈宏州,肖婷,等. 草莓炭疽病原鉴定及其对 12 种杀菌剂的毒力测定[J]. 西南农业学报,2015,28(6):2527-2531.
- [3] 吴祥,吉沐祥,陈宏州,等. 句容地区草莓炭疽病原菌的鉴定及防治药剂筛选[J]. 江苏农业学报,2013,29(6):1510-1513.
- [4] 林婷. 胶孢炭疽菌杀菌剂抗药性的机制、检测技术及治理研究[D]. 杭州:浙江农林大学,2015:13-15.
- [5] 韩国兴,礼茜,孙飞洲,等. 杭州地区草莓炭疽病原鉴定及其对多菌灵和乙霉威的抗药性[J]. 浙江农业科学,2009(6):1169-1172.
- [6] 邬劼,王晓琳,黄洁雪,等. 7 种杀菌剂对草莓胶孢炭疽菌和灰霉病菌的室内毒力测定[J]. 江苏农业科学,2019,47(20):129-133.
- [7] 程圆杰,崔蕊蕊,郭雯婷,等. 丙硫菌唑研究开发现状与展望[J]. 山东化工,2018,47(6):58-61.
- [8] Gisi U. Synergistic interaction of fungicides in mixtures[J]. Phytopathology,1996,86:1273-1279.
- [9] 郭春丽,赵新海. 四霉素对茶蔗子葡萄座腔菌 *Botryosphaeria ribis* 室内毒力测定及其田间防效试验[J]. 微生物学杂志,2020,40(3):93-97.

- [10] 马迪成. 辣椒疫霉病菌对啞菌酯的抗性及其四霉素和苯噻菌酯的敏感性[D]. 泰安:山东农业大学,2019:18-19.
- [11] 黄学屏,宋显菲,肖斌,等. 山东省不同地区蔬菜菌核病菌对四霉素的敏感性[J]. 农药学报,2018,20(5):601-606.
- [12] 陈乐乐,郭贝贝,李北兴,等. 四霉素对番茄叶霉病菌的毒力效应及田间防治效果[J]. 农药学报,2017,19(3):324-330.
- [13] Zhong J,Zhao X H,Zhang Q H,et al. Rice resistance against blast induced by tetramycin[J]. Plant Disease Pests,2010,1(3):6-8.
- [14] Song Y Y,He L M,Chen L L,et al. Baseline sensitivity and control efficacy of antibiosis fungicide tetramycin against *Botrytis cinerea* [J]. European Journal of Plant Pathology,2016,146(2):337-347.
- [15] 余波. 丙硫菌唑的合成工艺优化[J]. 农药,2017,56(2):105-107.
- [16] 王晓琳,孙伟波,李朝辉,等. 补骨脂种子提取物与丙硫菌唑复配对桃褐腐病菌的增效作用[J]. 江苏农业科学,2020,48(18):114-119.
- [17] 王维国,尹维松,冯晓霞,等. 丙硫菌唑对小麦赤霉病的田间防效试验[J]. 安徽农学通报,2019,25(19):63-64.
- [18] 毕秋艳,赵建江,韩秀英,等. 不同新型作用机制杀菌剂对梨树主要病菌毒力及防治流程应用[J]. 植物病理学报,2019,49(4):539-551.
- [19] 谷春艳,苏贤岩,杨雪,等. 解淀粉芽胞杆菌 WH1G 与咪鲜胺协同防治草莓炭疽病[J]. 植物保护,2018,44(2):184-189.
- [20] 姚克兵,张玉军,王劲根,等. 枯草芽胞杆菌和吡唑醚菌酯协同防治草莓病害[J]. 西南农业学报,2016,29(10):2397-2401.

更正:《江苏农业科学》2021 年第 49 卷第 4 期刊登的由张宏根、王睿璇、许作鹏、刘巧泉、严长杰、梁国华、周勇、汤述翥、顾铭洪署名的研究论文《长粒型中熟中粳稻新品种扬农粳 1030 的选育》,遗漏标注王睿璇为共同第一作者,特此更正。

《江苏农业科学》编辑部