

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.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.18.021

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

王晓琳¹, 孙伟波², 李朝辉², 黄洁雪¹, 邬 劼^{1,3}, 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. 江苏省农业科学院植物保护研究所,江苏南京 210014;

3. 镇江万山红遍农业园,江苏句容 212400)

摘要:以桃褐腐病病菌(*Monilinia fructicola*)为供试菌,采用菌丝生长速率法,测定腈苯唑、补骨脂种子提取物、丙硫菌唑、咯菌腈、氟啶胺和吡唑醚菌酯对桃褐腐病病菌的毒力。结果表明,5种化学杀菌剂对桃褐腐病病菌的抑制中浓度最低的是丙硫菌唑,其 EC_{50} 仅为 $0.0035\mu\text{g/mL}$,其次是腈苯唑,其 EC_{50} 为 $0.0038\mu\text{g/mL}$,抑制中浓度最高的为吡唑醚菌酯,其 EC_{50} 为 $0.5767\mu\text{g/mL}$ 。在离体条件下测定补骨脂种子提取物与丙硫菌唑配比筛选试验,结果表明,当补骨脂种子提取物与丙硫菌唑的质量比为10:1时, EC_{50} 仅为 $0.0104\mu\text{g/mL}$,SR值为3.7445;比例为1:1和1:5时SR次之,分别为2.8752和2.0564。综合离体试验结果和经济因素,确定补骨脂种子提取物与丙硫菌唑防治桃褐腐病病菌的最佳比例为1:1。

关键词:补骨脂种子提取物;丙硫菌唑;桃褐腐病病菌;复配;增效作用

中图分类号:S436.621.1⁺3 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)18-0114-05

桃人工栽培历史悠久,距今已有4000多年历史,是我国主要水果之一。桃褐腐病是由子囊菌链核盘菌(*Monilinia* spp.)侵染造成的,桃褐腐病通常发生在开花旺盛期和采收前,危害桃树叶片、花朵、枝条和果实,引起腐烂枯死,环境条件适宜时会在采后桃贮藏、运输和销售中发生,导致桃果实产量和品质受到严重影响^[1-2]。目前,防治桃褐腐病的主要手段是化学防治,主要杀菌剂有三唑类、苯丙咪唑类、二甲酰亚胺类和甲氧基丙烯酸酯类等。何献声通过试验19种杀菌剂对桃褐腐病离体抑菌活性发现,啉菌唑和腈苯唑对桃褐腐病离体抑菌活性较为突出,10 mg/L质量浓度下,啉菌唑和腈苯唑对桃褐腐病病菌菌丝生长抑菌率达100%^[3]。纪兆林等通过采用菌丝生长抑制法测定8类15种杀菌剂对桃褐腐病病菌的毒力效果发现,毒力作用最

强的是咪鲜胺,其次是己唑醇^[4]。周莹等通过研究几种杀菌剂对桃褐腐病的毒力测定及田间控制作用发现,甲基硫菌灵和复配杀菌剂克菌·戊唑醇对大连地区桃褐腐病病菌具有较强毒力^[5]。由于长期使用单一作用位点的杀菌剂,会使病原菌对杀菌剂产生抗药性。陈淑宁通过研究桃褐腐病病菌对啉醇脱甲基抑制剂类(DMI)杀菌剂的抗性发现,采自云南省的16株桃褐腐菌株中,15株对多菌灵产生抗性,并且和乙霉威产生负交互抗性^[6]。

相关研究表明,利用生物农药或植物源杀菌剂能够安全有效地控制植物病害。侯旭等发现,从桃树根部组织中分离到的内生拮抗真菌ZJ-4菌株对桃褐腐病原菌的生长有明显的抑制作用^[7]。纪兆林等通过研究发现,地衣芽孢杆菌菌株W10菌液及其产生的抗菌蛋白对贮藏期桃褐腐病有较好的抑制作用,高浓度效果更好,W10菌液和抗菌蛋白浸果处理能显著降低贮藏期的桃自然腐烂率,与多菌灵效果相当^[8]。袁雪等从高产桃园土壤中分离、筛选得到特基拉芽孢杆菌菌株B-23,以 1×10^9 CFU/mL菌悬液处理桃果实、叶片和枝条,对桃褐腐病抑制率分别为74.5%、83.3%和60.0%^[9]。补骨脂种子提取物是沈阳同祥生物农药有限公司2019年登记的植物源农药,其有效成分可通过破坏病原菌

收稿日期:2019-11-21

基金项目:江苏省重点研发计划(编号:BE2018389);国家重点研发计划(编号:2018YFD0201400-2)。

作者简介:王晓琳(1986—),女,辽宁营口人,硕士,助理研究员,主要从事应时鲜果病虫害防治研究。E-mail: morethan365@126.com。

通信作者:吉沐祥,研究员,主要从事果树植保与农药开发研究。E-mail: jilvdun2800@163.com。

的细胞膜、线粒体膜、核膜等膜系统和干扰细胞代谢过程而达到杀菌的目的。丙硫菌唑是拜耳公司开发的新型广谱三唑硫酮类杀菌剂^[10],属甾醇脱甲基化(麦角甾醇的生物合成)抑制剂。具有选择性、保护性、治疗性和持效性等特点,2019 年在我国的 2 家公司:安徽久易农业股份有限公司和山东海利尔化工有限公司取得登记。本研究选用植物源农药补骨脂种子提取物与丙硫菌唑复配,明确 2 种药剂的最佳配比,旨在为桃褐腐病的防治提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

1.1.1 供试菌株 桃褐腐病菌(*M. fructicola*)采自江苏省溧水白马基地桃园,由扬州大学园艺与植物保护学院分离、鉴定并保存备用。菌株保存于马铃薯蔗糖琼脂(PDA)斜面上(4℃)。实验室内在 PDA 培养基平板上转接 1 次后,于 25℃ 预培养 3 d,从菌落边缘取直径 5 mm 菌丝块用于测定。

表 2 6 种杀菌剂不同浓度设计

药剂	浓度(μg/mL)
腈苯唑	0.006 25、0.001 25、0.025 00、0.050 00、0.100 00、0.200 00
补骨脂种子提取物	0.375、0.750、1.500、3.000、6.000、12.000
丙硫菌唑	0.006 25、0.001 25、0.025 00、0.050 00、0.100 00、0.200 00
咯菌腈	0.062 5、0.125 0、0.250 0、0.500 0、1.000 0、2.000 0
氟啶胺	0.031 25、0.062 50、0.125 00、0.250 00、0.500 00、1.000 00
吡唑醚菌酯	0.375、0.750、1.500、3.000、6.000、12.000

表 3 补骨脂种子提取物、丙硫菌唑与不同配方的浓度设计

药剂	浓度(μg/mL)
补骨脂种子提取物	0.375、0.750、1.500、3.000、6.000、12.000
丙硫菌唑	0.0031 25、0.006 25、0.001 25、0.025 00、0.050 00、0.100 00
补:丙=10:1	0.006 25、0.001 25、0.0250 0、0.050 00、0.100 00、0.200 00
补:丙=5:1	0.003 125、0.006 250、0.001 250、0.025 000、0.050 000、0.100 000
补:丙=1:1	0.001 562 5、0.003 125 0、0.006 250 0、0.001 250 0、0.025 000 0、0.050 000 0
补:丙=1:5	0.001 562 5、0.003 125 0、0.006 250 0、0.001 250 0、0.025 000 0、0.050 000 0
补:丙=1:10	0.001 562 5、0.003 125 0、0.006 250 0、0.001 250 0、0.025 000 0、0.050 000 0

单剂与复配剂的浓度设计均为 6 个 2 倍稀释的梯度浓度含药 PDA 培养基,所有试验药剂系列浓度的药液均为现配现用。

1.2.2 杀菌剂对桃褐腐病病菌室内毒力测定 25℃ 条件下培养 3 d 后利用十字交叉法测量各处理菌落直径,以不含杀菌剂的 PDA 培养基为对照,每处理重复 4 次。计算出药剂的抑制百分率,按毒力回归方程 $Y = a + bx$ 计算药剂抑制菌丝生长的有

1.1.2 试验时间与地点 本试验于 2019 年 4—6 月在江苏丘陵地区镇江农业科学研究所中心实验室进行。

1.1.3 供试药剂 供试药剂详见表 1。

表 1 6 种杀菌剂及生产厂家

药剂	生产厂家
24% 腈苯唑悬浮剂(SC)	美国陶氏益农公司
0.2% 补骨脂种子提取物微乳剂(ME)	沈阳同祥生物农药有限公司
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
50% 咯菌腈可湿性粉剂(WP)	瑞士先正达作物保护有限公司
500 g/L 氟啶胺悬浮剂(SC)	江苏龙灯化学有限公司
250 g/L 吡唑醚菌酯乳油(EC)	河北成悦化工有限公司

1.2 试验方法

1.2.1 药液的配制及浓度设计 将试验药剂用蒸馏水溶解,配制成 1 000 μg/mL 的母液。桃褐腐病菌不同药剂单剂的浓度设计见表 2。补骨脂种子提取物、丙硫菌唑与不同配方的浓度设计见表 3。

效中浓度(EC₅₀),作为毒力参数。计算公式为 $D = D_1 - D_2$ 。式中: D 为菌落增长直径; D_1 为菌落直径; D_2 为菌饼直径。 $I = (D_0 - D_1)/D_0 * 100\%$ 。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 杀菌剂对桃褐腐病病菌的最佳配比离体试验筛选 采用机率值分析法计算每个杀菌剂对靶标菌菌丝生长的有效抑制中浓度,并通过下面公式

计算混合药剂的增效系数(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:字母 *a* 代表药剂 A 在混合药剂中所占的比例;字母 *b* 代表药剂 B 在混合药剂中所占的比例;
EC₅₀(Obs)为实际测定的混合药剂对病原菌的抑制中浓度;EC₅₀(Exp)为混合药剂对病原菌的理论抑制中浓度。通过上面 2 个公式计算得每个设定比例的配方的 *SR* 值,*SR* > 1.5 说明 2 种药剂复配具有增效作用,0.5 ≤ *SR* ≤ 1.5 说明 2 种药剂之间复配具有相加作用,*SR* < 0.5 表明 2 种药剂为拮抗作用^[11]。

2 结果与分析

2.1 室内抑菌活性测定

2.1.1 不同种类杀菌剂对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑制作用

从表 4 可以看出,当腈苯唑为

0.006 25 ~ 0.200 00 μg/mL 时,对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑菌率为 85.53% ~ 100%;当补骨脂种子提取物为 0.375 ~ 12.000 μg/mL 时,对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑菌率为 42.76% ~ 67.43%;当丙硫菌唑为 0.006 25 ~ 0.200 00 μg/mL 时,对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑菌率为 88.49% ~ 100%;当咯菌腈为 0.062 5 ~ 2.000 0 μg/mL 时,对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑菌率为 67.76% ~ 100%;当氟啶胺为 0.031 25 ~ 1.000 00 μg/mL 时,对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑菌率为 65.78% ~ 100%;当吡唑醚菌酯为 0.375 ~ 12.000 μg/mL 时,对桃褐腐病病菌菌丝生长的抑菌率为 57.04% ~ 100%。

不同杀菌剂对桃褐腐病病菌的毒力测定结果见表 5,对桃褐腐病病菌抑制中浓度最低的是丙硫菌唑,其次是腈苯唑。6 种单剂的活性(EC₅₀)分别为丙硫菌唑(0.003 5 μg/mL) > 腈苯唑(0.003 8 μg/mL) > 氟啶胺(0.042 2 μg/mL) > 咯菌腈(0.084 0 μg/mL) > 吡唑醚菌酯(0.576 7 μg/mL) > 补骨脂种子提取物(1.679 2 μg/mL)。

表 4 不同种类不同浓度杀菌剂对桃褐腐病病菌的室内抑菌效果

药剂	浓度 (μg/mL)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)	药剂	浓度 (μg/mL)	菌落直径 (mm)	抑制率 (%)
腈苯唑	0	55.67	—	咯菌腈	0	55.67	—
	0.006 25	12.33	85.53		0.062 5	21.33	67.76
	0.012 50	10.17	89.80		0.1250	20.50	69.41
	0.025 00	7.67	94.74		0.250 0	16.33	77.63
	0.050 00	5.00	100		0.500 0	9.67	90.79
	0.100 00	5.00	100		1.000 0	5.00	100
	0.200 00	5.00	100		2.000 0	5.00	100
补骨脂种子提取物	0	55.67	—	氟啶胺	0	55.67	—
	0.75	34.00	42.76		0.031 25	22.34	65.78
	1.50	34.67	41.45		0.062 50	21.97	66.51
	3.00	24.00	62.50		0.125 00	15.08	80.11
	6.00	23.17	64.14		0.250 00	7.83	94.41
	12.00	21.50	67.43		0.500 00	5.00	100
丙硫菌唑	0	55.67	—		1.000 00	5.00	100
	0.006 25	10.83	88.49	吡唑醚菌酯	0	55.67	—
	0.012 50	7.67	94.74		0.375	26.77	57.04
	0.025 00	6.67	96.71		0.750	22.83	64.81
	0.050 00	5.67	98.68		1.500	15.45	79.38
	0.100 00	5.00	100		3.000	12.75	84.70
	0.200 00	5.00	100		6.000	6.35	97.34
					12.000	5.00	100

表 5 6 种杀菌剂对桃褐腐病菌菌丝生长的抑制效果

药剂种类	毒力回归方程 ($Y = a + bx$)	相关系数 (r)	EC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	95% 置信区间
腈苯唑	$Y = 12.879\ 9 + 3.252\ 8x$	0.904 5	0.003 8	0.001 2 ~ 0.012 2
补骨脂种子提取物	$Y = 4.865\ 8 + 0.596\ 3x$	0.944 2	1.679 2	1.111 9 ~ 2.536 2
丙硫菌唑	$Y = 11.880\ 4 + 2.801\ 9x$	0.914 4	0.003 5	0.001 1 ~ 0.010 8
咯菌腈	$Y = 8.750\ 6 + 3.487\ 1x$	0.889 0	0.084 0	0.032 8 ~ 0.215 1
氟啶胺	$Y = 9.885\ 4 + 3.553\ 0x$	0.908 6	0.042 2	0.018 3 ~ 0.097 4
吡唑醚菌酯	$Y = 5.657\ 3 + 2.749\ 8x$	0.862 8	0.576 7	0.209 9 ~ 1.584 3

2.1.2 补骨脂种子提取物与丙硫菌唑对桃褐腐病菌菌丝生长的抑制作用 从表 6 可以看出,当补骨脂种子提取物为 $0.375 \sim 12.000\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $22.54\% \sim 83.50\%$;当丙硫菌唑为 $0.003\ 125 \sim 0.100\ 000\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $56.40\% \sim 100\%$;当补骨脂种子提取物与丙硫菌唑配比 $10:1$ 的浓度为 $0.006\ 25 \sim 0.200\ 00\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $42.12\% \sim 99.33\%$;当补骨脂种子提取物与丙硫菌唑配比为 $5:1$ 的浓度为 $0.003\ 125 \sim 0.100\ 000\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $6.31\% \sim 85.77\%$;当补骨脂种子提取物与丙硫菌唑配比 $1:1$ 的浓度为 $0.001\ 562\ 5 \sim 0.050\ 000\ 0\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $44.91\% \sim 99.02\%$;当补骨脂种子提取物与丙硫菌唑配比 $1:5$ 的浓度为 $0.001\ 562\ 5 \sim 0.050\ 000\ 0\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $64.24\% \sim 100\%$;当补骨脂种子提取物与丙硫菌唑配比 $1:10$ 的浓度为 $0.001\ 562\ 5 \sim 0.050\ 000\ 0\ \mu\text{g/mL}$ 时,对桃褐腐病菌菌丝生长的抑菌率为 $65.52\% \sim 100\%$ 。

将表 4 中筛选的补骨脂种子提取物和丙硫菌唑进行复配,采用 Wedley 法确定其最佳配比(表 7)。由毒力回归曲线方程、抑制中浓度和 SR 值可以得出补骨脂种子提取物与丙硫菌唑的比例在 $10:1$ 时, SR 值最大,为 3.74,此时 EC_{50} 为 $0.010\ 4\ \mu\text{g/mL}$ 。比例在 $1:1$ 、 $1:5$ 和 $1:10$ 时 SR 值比较大,分别为 2.875 2、2.056 4 和 1.979 7,所以根据试验结果和从价格方面考虑,推荐补骨脂种子提取物与丙硫菌唑以 $1:1$ 复配。

3 讨论

目前,农业生产已进入新时代,从关注作物自身安全转为保障整个农业生产加工系统的可持续

性,寻找新的高效、低毒和环境相容性好的杀菌剂是当前研究的趋势,一些中草药提取物具有杀菌作用,对人体和环境无危害,增加了对水果食用的安全性。植物源杀菌剂指的是从具有杀菌、抑菌活性的天然植物的某些部位提取有效成分,将其分离纯化然后经过加工得到的药剂。关丽杰等通过液体培养方法研究补骨脂提取物对苹果腐烂病病菌菌丝生长的抑制作用发现,当补骨脂提取物浓度为 $80\ \text{mg/L}$ 时,对苹果腐烂病病菌菌丝干质量的抑制率达 98.3% [12]。关丽杰等采用菌丝生长速率法、孢子萌发法,研究补骨脂提取物对黄瓜炭疽病病菌菌丝生长的抑制中浓度(EC_{50})为 $62.973\ \text{mg/L}$,孢子萌发的抑制中浓度为 $8.213\ \text{mg/L}$ [13]。本试验通过菌丝生长速率法测定补骨脂种子提取物抑制桃褐腐病菌菌丝生长的 EC_{50} 为 $1.679\ 2\ \mu\text{g/mL}$ 。相比于传统的三唑类杀菌剂,丙硫菌唑在化学结构中引入硫酮结构,杀菌谱更广,内吸性更好,持效期更长。据相关报道,丙硫菌唑对小麦赤霉病 [14]、人参菌核病 [15]、水稻恶苗病 [16]、梨树褐斑病、黑星病、白粉病 [17] 等有很好的防治效果,在桃褐腐病上的防治应用还未见报道。本研究 6 种杀菌剂对桃褐腐病菌的毒力测定结果表明,抑制中浓度最低的是丙硫菌唑,5 种化学农药单剂的活性(EC_{50})分别为丙硫菌唑($0.003\ 5\ \mu\text{g/mL}$) > 腈苯唑($0.003\ 8\ \mu\text{g/mL}$) > 氟啶胺($0.042\ 2\ \mu\text{g/mL}$) > 咯菌腈($0.084\ 0\ \mu\text{g/mL}$) > 吡唑醚菌酯($0.576\ 7\ \mu\text{g/mL}$)。

药效增效复配可以完善植物源活性物质与活性成分研究的技术体系,突破植物源农药产品剂型单一、多为单剂的现状,推动及促进我国植物源农药的产业化发展。本研究通过试验和综合经济因素得出,补骨脂种子提取物和丙硫菌唑杀菌剂以 $1:1$ 的比例混合,在离体条件下对桃褐腐病菌具有增效作用,为有效的防治桃褐腐病提供了依据,以便更好地为农业服务,其在田间的实际防治效果

表 6 补骨脂种子提取物和丙硫菌唑及复配对桃褐腐病菌的室内抑菌效果

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 (%)
补骨脂种子提取物	0	55.83	—	补:丙=1:1	0	55.83	—
	0.375	44.33	22.54		0.001 562 5	33.00	44.91
	0.750	37.67	35.59		0.003 125 0	27.67	55.33
	1.50 0	36.83	37.29		0.006 250 0	20.67	69.26
	3.000	32.83	45.00		0.012 500 0	16.33	77.80
	6.000	19.33	71.93		0.025 000 0	6.00	98.01
	12.000	13.33	83.50		0.050 000 0	5.50	99.02
丙硫菌唑	0	55.83	—	补:丙=1:5	0	55.83	—
	0.003 125	27.17	56.40		0.001 562 5	23.17	64.24
	0.006 250	20.00	70.47		0.003 125 0	21.67	67.20
	0.012 500	7.17	95.73		0.006 250 0	16.5	77.42
	0.025 000	5.17	99.66		0.012 500 0	7.17	95.69
	0.050 000	5.00	100		0.025 000 0	5.00	100
	0.100 000	5.00	100		0.050 000 0	5.00	100
补:丙=10:1	0	55.83	—	补:丙=1:10	0	55.83	—
	0.006 25	34.50	42.12		0.001 562 5	22.50	65.52
	0.012 50	23.67	63.33		0.003 125 0	21.67	67.15
	0.025 00	22.67	65.25		0.006 250 0	15.83	78.56
	0.050 00	19.00	72.40		0.012 500 0	5.83	98.32
	0.100 00	6.50	97.01		0.025 000 0	5.17	99.66
	0.200 00	5.33	99.33		0.050 000 0	5.00	100
补:丙=5:1	0	55.83	—				
	0.003 125	52.67	6.31				
	0.006 250	45.67	19.94				
	0.012 500	37.83	35.38				
	0.025 000	25.00	60.64				
	0.050 000	21.00	68.50				
	0.100 000	12.17	85.77				

表 7 补骨脂种子提取物、丙硫菌唑与不同配方对桃褐腐病菌菌丝生长的抑制作用

药剂	毒力回归方程($Y=a+bx$)	相关系数 (r)	理论有效中浓度 EC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	实际有效中浓度 EC_{50} ($\mu\text{g/mL}$)	SR
补骨脂种子提取物	$y=4.634\ 5+1.109\ 5x$	0.961 4	—	2.134 9	—
丙硫菌唑	$y=13.939\ 2+3.660\ 5x$	0.972 5	—	0.003 6	—
补:丙=10:1	$y=8.419\ 5+1.726\ 1x$	0.943 4	0.038 9	0.010 4	3.744 5
补:丙=5:1	$y=7.776\ 2+1.672\ 2x$	0.992 9	0.021 4	0.021 9	0.978 1
补:丙=1:1	$y=9.518\ 2+1.740\ 4x$	0.961 2	0.007 2	0.002 5	2.875 2
补:丙=1:5	$y=14.581\ 3+3.587\ 9x$	0.913 7	0.004 3	0.002 1	2.056 4
补:丙=1:10	$y=12.977\ 4+2.954\ 0x$	0.932 6	0.004 0	0.002 0	1.979 7

还有待进一步的试验验证。

参考文献:

[1] Emery K M, Scherm H, Savelle A T. Assessment of interactions between components of fungicide mixtures against *Monilinia fructicola*[J]. Crop Protection,2002,21(1):41-47.

[2] Chen J,Zhang S S,Yang X P. Control of brown rot on nectarines by tea polyphenol combined with tea saponin[J]. Crop Protection, 2013,45:29-35.

[3] 何献声. 19 种杀菌剂对桃褐腐病离体抑菌活性[J]. 农药, 2011,50(11):853-854.

[4] 纪兆林,蒋长根,戴慧俊,等. 不同杀菌剂对桃褐腐病菌的毒力测定[J]. 中国南方果树,2013,42(5):95-97.

[5] 周莹,严红,关海春,等. 几种杀菌剂对桃褐腐病的毒力测定

刘 岩,张树权,陈 思,等. 黑龙江省白菜田赤眼蜂的采集与鉴定[J]. 江苏农业科学,2020,48(18):119-122.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.18.022

黑龙江省白菜田赤眼蜂的采集与鉴定

刘 岩¹,张树权¹,陈 思¹,武琳琳¹,黄文功¹,刘思竹²,周 菲¹,陈 晶¹,
李 岑¹,胡莹莹¹,袁红梅¹,姚玉波¹,张利国¹

(1. 黑龙江省农业科学院经济作物研究所,黑龙江哈尔滨 150086; 2. 重庆邮电大学,重庆 400065)

摘要:为解决黑龙江省白菜田赤眼蜂资源基础资料零散不详实、资源鉴定及物种编目领域薄弱等问题,通过采集自然栖息地白菜田害虫卵,利用米蛾卵卡诱集及田间扫网采集 3 种方式,对白菜田寄生蜂资源进行采集,明确不同采集方式所采集的寄生蜂种名、拉丁名、采集时间及科、亚科或属等分类地位。同时,利用外部形态及雄性外生殖器形态学特征对 4 种具有代表性的赤眼蜂螟黄赤眼蜂 (*Trichogramma chilonis* Ishii)、玉米螟赤眼蜂 (*T. ostrinae* Pang et Chen)、暗黑赤眼蜂 (*T. pintoi* Voegelé) 和稻螟赤眼蜂 (*T. japonicum* Ashmead) 对触角、胸腹部、翅及雄性个体外生殖器的形态进行鉴定,完善我省蔬菜害虫天敌赤眼蜂的资源数据库,为后续大规模发掘优势天敌昆虫资源开展生物防治奠定了基础。

关键词:白菜;赤眼蜂;采集;鉴定;天敌;生物防治

中图分类号: S436.34 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2020)18-0119-04

黑龙江省露地白菜的虫害主要有小菜蛾、菜粉蝶、菜蚜、蜗牛及蛴螬等,而小菜蛾是白菜生产上的重要害虫,由于全年发生、繁殖率高、抗药性强等,防治非常困难,常造成严重的经济损失^[1]。目前国

内外防治小菜蛾主要利用化学农药^[2],不仅使害虫产生了抗药性,残留在蔬菜上的农药对人的身体健康也造成了巨大伤害。利用天敌昆虫防治害虫可以减少环境污染,维持生态平衡^[3]。这种以虫治虫的灭虫方法不会使害虫产生抗药性,同时对人畜无害、不污染环境。小菜蛾的天敌约有 97 种,主要有茧蜂科、姬蜂科、金小蜂科和赤眼蜂科的一类寄生性天敌^[4]。其中,赤眼蜂是我国农林害虫生物防治中研究历史最久、应用最广、防治面积最大的一类卵寄生蜂^[5],国际上虽然已经商品化生产和销售的天敌昆虫有 150 种左右^[6],但应用范围最广的是赤眼蜂。针对黑龙江省小菜蛾赤眼蜂资源等基础资

收稿日期:2019-12-13

基金项目:黑龙江省农业科学院院级科研项目(编号:2017SJ036);国家重点研发计划(编号:2017YFD0201000);黑龙江省农业科学院院级科研项目(编号:2019YYF012);农业部东北亚麻科学观测实验站项目;国家麻类种质改良中心亚麻分中心项目。

作者简介:刘 岩(1983—),男,山东阳谷人,硕士,助理研究员,主要从事生物防治研究。Tel:(0451)86677430;E-mail:sharpen1983@163.com。

及田间控制作用[J]. 农药,2013,52(10):771-772,779.

[6]陈淑宁. 桃褐腐病菌和炭疽病菌对 DMI 杀菌剂的抗性研究[D]. 武汉:华中农业大学,2017.

[7]侯 旭,关 伟,胡 晓,等. 桃树根部内生真菌 ZJ-4 的分离鉴定及其对桃褐腐病的抑制效果[J]. 微生物学杂志,2018,38(2):63-69.

[8]纪兆林,贺惠文,周慧娟,等. 地衣芽孢杆菌 W10 及其抗菌蛋白对桃褐腐病的抑制作用[J]. 园艺学报,2015,42(10):1879-1888.

[9]袁 雪,侯 旭,胡 晓,等. 桃褐腐病拮抗细菌的筛选、鉴定及生防作用[J]. 北京农学院学报,2018,33(4):7-13.

[10]柏亚罗. 世界农药市场概况及新产品研发[J]. 中国农药,2012,8(1):5-22.

[11] Gisi U. Synergistic interaction of fungicides in mixtures[J].

Phytopathology,1996,86(11):1273-1279.

[12]关丽杰,张寒末,蔡丽丽,等. 补骨脂提取物对苹果腐烂病菌的抑制作用[J]. 沈阳农业大学学报,2008,39(3):358-361.

[13]关丽杰,董瑞芳. 补骨脂提取物对黄瓜炭疽病菌的抑制活性[J]. 江苏农业科学,2016,44(1):160-162.

[14]刘玉玲,谢中卫. 30% 丙硫菌唑可分散油悬浮剂防治小麦赤霉病药效试验[J]. 现代农业科技,2019(14):108,110.

[15]范文忠,杨 静,郑玉石. 不同复配杀菌剂对人参菌核病菌的室内毒力及田间药效试验[J]. 农药,2019,58(4):296-299.

[16]朱祥民,王士奎. 10% 寡聚酸碘·丙硫菌唑悬浮剂防治水稻恶苗病试验[J]. 农药,2019,58(3):218-220.

[17]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.