

暗黑鳃金龟化学防治药剂的筛选及复配种衣剂的田间药效

谢明惠¹, 倪婉莉², 林璐璐¹, 钟永志¹, 张光玲¹, 苏卫华¹, 陈浩梁^{1*}

(1. 安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所, 安徽合肥 230031; 2. 安徽省农业科学院作物研究所, 安徽合肥 230031)

摘要 为筛选高效安全的花生种衣剂, 选用7种杀虫剂对暗黑鳃金龟进行室内毒力测定, 并在此基础上, 复配杀菌剂戊唑醇或吡唑醚菌酯制成种衣剂开展田间防效试验。室内毒力测定结果表明, 供试的7种杀虫剂原药中, 联苯菊酯、噻虫胺和氯虫苯甲酰胺对7日龄暗黑鳃金龟幼虫的毒力较高, 96 h的 LC_{50} 依次为0.490、12.923和14.705 mg/kg。田间防效结果表明, 添加杀菌剂戊唑醇或吡唑醚菌酯复配后处理, 出苗率、防治效果、保果效果和增产率均得到进一步的提高, 其中以12%联苯菊酯·吡唑醚菌酯和12%联苯菊酯·戊唑醇的综合防效最佳, 可作为花生病虫害防治的轮换药剂推广应用。

关键词 暗黑鳃金龟; 花生; 种衣剂; 田间防效

中图分类号 S48 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)24-0168-04

doi: 10.3969/j.issn.0517-6611.2021.24.040



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Selection of Pesticides for the Control of *Holotrichia parallela* and Field Efficacy of Compound Seed Coating Agents

XIE Ming-hui¹, NI Wan-li², LIN Lu-lu¹ et al (1. Institute of Plant Protection and Quality and Safety of Agricultural Products, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031; 2. Crop Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei, Anhui 230031)

Abstract In order to screen efficient and safe seed coating agent for peanut, seven insecticides were selected for laboratory toxicity test of *Holotrichia parallela*. On this basis, the fungicide tebuconazole or pyraclostrobin was mixed into seed coating agents and the field control experiments were carried out. The laboratory toxicity test results showed that among the 7 pesticides tested, bifenthrin, clothianidin and chlorantraniliprole had higher toxicity to 7-day-old larvae of *Holotrichia parallela*, and the LC_{50} at 96 hours were 0.490 g, 12.923 and 14.705 mg/kg, respectively. Field experiments showed that the emergence rate, control effect, fruit preservation effect and yield increase rate were further improved after adding the fungicide tebuconazole or pyraclostrobin. Among them, 12% bifenthrin·pyraclostrobin and 12% bifenthrin·tebuconazole had the best comprehensive control effect, and could be used as rotation agents for peanut diseases and pest control.

Key words *Holotrichia parallela*; Peanut; Seed coating; Field efficacy

蛴螬俗称地蚕, 是鞘翅目金龟总科(Scarabaeoidea)幼虫的通称, 也是我国分布广泛、为害严重的一类地下害虫^[1]。蛴螬生活在土壤中, 主要取食植物地下部分的根、茎、荚果等, 每年因蛴螬造成的损失达20%~40%, 严重时甚至绝收^[2-3]。暗黑鳃金龟(*Holotrichia parallela* Motschulsky)是淮海地区花生蛴螬的优势种, 低龄幼虫取食幼根, 造成作物缺苗断垄; 高龄幼虫食量增加, 为害花生荚果^[4-5]。蛴螬的为害具有隐蔽性强、为害期长、高龄幼虫具有暴食性、抗药性等特点, 防治难度大^[6]。化学杀虫剂是防治该虫的主要手段, 辛硫磷、毒死蜱、吡虫啉等杀虫剂的连年使用也出现抗性风险逐年提高的问题, 急需筛选高效替代药剂。

种衣剂具有省时、省力、高效等特点, 简化田间劳作, 是实现机械化、标准化和精量化播种的有效手段, 已在花生生产中广泛应用^[7]。随着气候和耕作制度的变化, 花生的苗期病害如冠腐病、茎腐病、立枯病等在我国大部分花生种植区也有逐渐加重的趋势, 特别是出苗期遇到阴雨、低温的气候, 易引发烂种缺苗^[8]。笔者以暗黑鳃金龟为研究对象, 测定7种化学杀虫剂的毒力水平, 选用3种高毒力杀虫剂混配杀菌剂自制成种衣剂并进行田间试验, 旨在开发安全高效的种衣剂, 实现“病虫兼治”, 并为其在花生生产上的广泛应用提供

理论依据。

1 材料与方法

1.1 供试虫源 室内毒力测定所用试虫为暗黑鳃金龟7日龄幼虫。成虫采集于安徽省合肥市肥西县花生田旁的榆树上, 然后以每盒200头, 雌雄比1:1置于饲养盒(60 cm×50 cm×40 cm)中。饲养盒盒顶罩纱网, 盒底铺约30 cm厚的潮湿细土(过20目筛), 土壤含水量为18%~20%, 隔日更换新鲜榆树叶。人工气候室温度设为25℃, 光照为8L:16D。待雌虫产卵后, 每3~5 d检查产卵情况, 将卵挑出置于盛有潮湿细土(含水量约18%)的培养盒中, 上面再覆盖一层潮湿细土, 置于饲养盒(30 cm×15 cm×20 cm)中孵化。幼虫孵化后, 用马铃薯块饲喂, 待幼虫长至7日龄用于毒力测定。

1.2 供试药剂 毒力测定所用原药为95%氯虫苯甲酰胺(南京振农化工有限公司)、98%呋虫胺(中农联合有限公司)、97%噻虫胺(中农联合有限公司)、97%啶虫脒(石家庄诚系化工有限公司)、95%溴氰虫酰胺(南京振农化工有限公司)、90.85%高效氟氰菊酯(江苏扬农化工股份有限公司)、98%联苯菊酯(江苏扬农化工股份有限公司)。

田间试验所用农药为20%氯虫苯甲酰胺悬浮种衣剂、22%氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯(10:1)悬浮种衣剂、20%噻虫胺悬浮种衣剂、22%噻虫胺·戊唑醇(10:1)悬浮种衣剂、10%联苯菊酯悬浮种衣剂、12%联苯菊酯·吡唑醚菌酯(5:1)悬浮种衣剂、12%联苯菊酯·戊唑醇(5:1)悬浮种衣剂, 均为安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所农药室自制; 对照药剂为“高巧”, 600 g/L吡虫啉悬浮种衣剂[拜

基金项目 国家重点研发项目(2018YFD0201009); 安徽省自然科学基金项目(1908085QC137)。

作者简介 谢明惠(1985—), 女, 安徽淮南人, 助理研究员, 硕士, 从事地下害虫的综合防控研究。*通信作者, 副研究员, 博士, 从事地下害虫的防控及相关害虫的抗药性机理研究。

收稿日期 2021-09-06

耳作物科学(中国)有限公司]。

1.3 试验方法

1.3.1 室内毒力测定。采用土壤混药法。称取适量供试药剂加入含 10% 的吐温-80 的丙酮中配制成母液,再用清水稀释成 5~7 个浓度梯度备用。将上述药液与过筛的土壤(20 目)及适量马铃薯丝混匀配成毒土,加入六孔板中。挑取活力良好、个体均匀的暗黑鳃金龟 7 日龄幼虫放入六孔板中,每个孔中放 1 头,待幼虫钻入毒土后将六孔板的盖子盖上,置于温度 25 ℃、湿度 60% 的温室中,分别于 48、72 和 96 h 后检查试虫死亡情况,并计算死亡率。每个浓度 42 头试虫,重复 3 次,以触碰虫体没有反应视为死亡,同时以含 10% 的吐温-80 的丙酮稀释液为对照。

1.3.2 田间药效试验。田间试验在固镇县良种繁育场进行,前茬为小麦。试验地土壤肥力中等,播种时施复合肥 750 kg/hm²。每个小区面积 40 m²,小区随机区组排列,每个处理重复 3 次。采用穴播方法,花生品种为皖花 4 号,每穴 2 粒花生种,播种量 12 万穴/hm²。常规田间管理,除使用试验药剂外,不再使用其他杀虫剂。

试验设 9 个处理,分别为①20% 氯虫苯甲酰胺悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 1.8 mg/kg;②22% 氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 1.8 mg/kg(氯虫苯甲酰胺)+0.18 mg/kg(吡唑醚菌酯);③20% 噻虫胺悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 1.8 mg/kg;④22% 噻虫胺·戊唑醇悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 1.8 mg/kg(噻虫胺)+0.18 mg/kg(戊唑醇);⑤10% 联苯菊酯悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 0.9 mg/kg;⑥12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 0.9 mg/kg(联苯菊酯)+0.18 mg/kg(吡唑醚菌酯);⑦12% 联苯菊酯·戊唑醇悬浮种衣剂 9 mg 拌 1 kg 花生种,有效成分 0.9 mg/kg(联苯菊酯)+0.18 mg/kg(戊唑醇);⑧600 g/L 吡虫啉悬浮种衣剂(高巧) 3.00 mL 拌 1 kg 花生种,有效成分 1.8 mg/kg;⑨清水对照。

播种 30 d 后调查缺苗和单苗,计算出苗率;收获时,每小区按“Z”字型 5 点取样,每点取 1 m² 花生,调查所取花生相应孔内蛴螬的活虫数。将取样的花生荚果带回后分级并计算产量。花生荚果分级标准:0 级,荚果完整,无被害状;1 级,荚果表皮有被害小洞,果仁完整;3 级,荚果被害大洞,果仁危害 50% 及以上。按照下列公式计算:

$$\text{出苗率} = \text{出苗数} / \text{调查总数} \times 100\%$$

$$\text{防虫效果} = (\text{空白区虫口数} - \text{处理区虫口数}) / \text{空白区虫口数} \times 100\%$$

$$\text{荚果被害指数} = \Sigma(\text{受害级} \times \text{该受害级果数}) / (\text{调查总果数} \times \text{最高受害}) \times 100\%$$

$$\text{保果效果} = (\text{对照区荚果被害指数} - \text{处理区荚果被害指数}) / \text{对照区荚果被害指数} \times 100\%$$

$$\text{增产率} = (\text{处理区产量} - \text{对照区产量}) / \text{对照区产量} \times 100\%$$

1.4 数据分析 使用 Excel 2007 对数据进行整理,利用

SPSS 16.0 软件中的 Probit 回归法进行统计分析,计算各药剂对暗黑鳃金龟 7 日龄幼虫毒力测定的回归方程、LC₅₀、95% 置信区间以及卡方值。利用 SPSS 16.0 软件中的单因素方差分析(One-way ANOVA)检验药剂拌种对花生生长指标和田间防效的影响,用 Tukey's-b 进行多重比较($\alpha = 0.05$),用 Excel 2007 软件作图。

2 结果与分析

2.1 室内毒力测定 由表 1 可知,供试 7 种药剂对暗黑鳃金龟 7 日龄幼虫毒力最高的为联苯菊酯,其 LC₅₀ 值在 48、72、96 h 均最低,不足 1.000 mg/kg;其次为噻虫胺,该药剂在 48、72、96 h 的 LC₅₀ 值分别为 44.668、27.585、12.923 mg/kg;随着处理时间的延长,所有药剂的毒力水平均有不同程度的增加,其中,氯虫苯甲酰胺的毒力提升最为明显,48 h 的 LC₅₀ 值为 274.000 mg/kg,96 h 后降为 14.705 mg/kg;毒力较低的药剂为噻虫酰胺和呋虫胺,噻虫酰胺在 48 h 的 LC₅₀ 值最高,呋虫胺在 72 和 96 h 的 LC₅₀ 值最高。由此可见,联苯菊酯、噻虫胺、氯虫苯甲酰胺 3 种药剂对暗黑鳃金龟 7 日龄幼虫有较高的活性。

2.2 田间药效试验 根据上述 7 种杀虫剂原药的室内毒力测定结果,选用联苯菊酯、噻虫胺、氯虫苯甲酰胺 3 种药剂加工为悬浮种衣剂进行田间试验,同时,吡唑醚菌酯和戊唑醇作为杀菌剂成分与这 3 种杀虫剂复配,结果见表 2。由表 2 可知,8 个处理(包括对照药剂 600 g/L 吡虫啉)的出苗率均显著高于对照,其中,杀菌剂和杀虫剂复配(22% 氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯、22% 噻虫胺·戊唑醇、12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯和 12% 联苯菊酯·戊唑醇)的出苗率为 82.74%~85.13%,高于杀虫剂单独拌种。3 种杀虫剂单独拌种的防虫效果为 10% 联苯菊酯>20% 氯虫苯甲酰胺>20% 噻虫胺,均显著高于对照;加入杀菌剂复配以后,防虫效果略有提高,但差异不显著;复配药剂 22% 氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯、12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯和 12% 联苯菊酯·戊唑醇的防虫效果均显著高于对照药剂 600 g/L 吡虫啉。从保果效果看,10% 联苯菊酯、20% 氯虫苯甲酰胺、20% 噻虫胺和 600 g/L 吡虫啉四者之间无显著差异。与杀菌剂复配后,22% 氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯的保果效果显著高于 20% 氯虫苯甲酰胺;22% 噻虫胺·戊唑醇显著高于 20% 噻虫胺;12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯和 12% 联苯菊酯·戊唑醇高于 10% 联苯菊酯,但差异不显著;上述 4 个复配药剂的保果效果均显著高于对照药剂 600 g/L 吡虫啉。由测产结果分析,20% 氯虫苯甲酰胺、20% 噻虫胺和 10% 联苯菊酯拌种的增产率与对照药剂 600 g/L 吡虫啉无显著差异;添加杀菌剂后,复配药剂的增产率高于杀虫剂单独拌种,其中 22% 氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯的增产率比 20% 氯虫苯甲酰胺高 3.93 百分点,22% 噻虫胺·戊唑醇比 20% 噻虫胺高 6.84 百分点,12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯和 12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯分别比 10% 联苯菊酯高 4.43 百分点和 2.55 百分点;复配药剂处理的增产率均高于对照药剂 600 g/L 吡虫啉,其中,12% 联苯菊酯·吡唑醚菌酯和 12% 联苯菊酯·戊唑醇与对照药剂间差异显著。

表1 7种化学药剂对暗黑鳃金龟的室内毒力测定

Table 1 Laboratory toxicity test of seven pesticides on the larvae of *Holotrichia parallela*

序号 No.	药剂 Pesticide	时间 Time//h	回归方程 Regression equation	LC ₅₀ mg/kg	95%置信区间 95% confidence limits//mg/kg	卡方值 Chi-Square	P
1	氯虫苯甲酰胺	48	$y = -1.626 + 0.667x$	274.000	182.574~489.629	0.543	0.990
		72	$y = -1.474 + 0.681x$	146.612	104.333~225.523	1.240	0.941
		96	$y = -0.981 + 0.841x$	14.705	9.410~20.521	4.821	0.438
2	呋虫胺	48	$y = -2.931 + 1.118x$	418.889	276.675~791.941	0.948	0.918
		72	$y = -2.547 + 1.025x$	306.197	208.427~543.398	0.395	0.983
		96	$y = -2.019 + 0.902x$	172.797	122.992~280.775	3.045	0.550
3	噻虫胺	48	$y = -1.745 + 1.057x$	44.668	35.389~55.276	2.942	0.816
		72	$y = -1.448 + 1.005x$	27.585	20.821~35.107	4.173	0.653
		96	$y = -1.034 + 0.930x$	12.923	8.603~17.740	1.131	0.980
4	啉虫酰胺	48	$y = -3.341 + 1.210x$	577.105	364.654~1201.914	4.948	0.293
		72	$y = -2.877 + 1.182x$	271.322	164.171~677.936	9.504	0.490
		96	$y = -5.398 + 2.474x$	151.907	114.310~215.066	4.680	0.322
5	溴氰虫酰胺	48	$y = -1.672 + 0.609x$	555.887	316.200~1631.935	0.544	0.909
		72	$y = -1.193 + 0.520x$	196.638	119.897~409.352	0.041	0.998
		96	$y = -0.816 + 0.438x$	72.931	31.590~132.431	1.707	0.635
6	高效氟氯氰菊酯	48	$y = -3.169 + 1.298x$	276.269	219.632~369.759	3.214	0.523
		72	$y = -3.040 + 1.335x$	189.036	154.707~238.805	1.405	0.843
		96	$y = -2.660 + 1.273x$	122.816	100.917~151.692	1.945	0.746
7	联苯菊酯	48	$y = 0.082 + 1.402x$	0.875	0.724~1.043	7.928	0.160
		72	$y = 0.242 + 1.353x$	0.662	0.537~0.799	4.368	0.498
		96	$y = 0.443 + 1.430x$	0.490	0.392~0.593	5.035	0.412

表2 复配种衣剂对花生的田间防效

Table 2 Field control effect of compound seed coating agent on peanut

序号 No.	药剂 Pesticide	有效成分含量 杀虫剂+杀菌剂 Active ingredient content Insecticide + fungicide g/kg	出苗率 Emergence rate %	防虫效果 Insect control effect//%	保果效果 Fruit preservation effect//%	增产率 Yield increase rate//%
1	20%氯虫苯甲酰胺	1.8	71.50±1.90 bc	47.27±3.15 bcd	22.90±3.40 b	13.79±1.15 bc
2	22%氯虫苯甲酰胺·吡唑醚菌酯	1.8+0.18	82.74±2.70 cd	61.82±1.82 cd	34.75±1.40 c	17.72±1.11 bcd
3	20%噻虫胺	1.8	73.16±2.88 bcd	40.00±4.81 bc	22.94±1.33 b	10.95±0.85 b
4	22%噻虫胺·戊唑醇	1.8+0.18	83.31±2.11 cd	58.18±3.15 bcd	33.60±1.16 c	17.79±1.27 bcd
5	10%联苯菊酯	0.9	75.13±2.02 bcd	58.18±6.30 bcd	30.90±1.10 bc	17.23±0.86 bcd
6	12%联苯菊酯·吡唑醚菌酯	0.9+0.18	84.04±1.21 d	65.46±1.82 d	38.62±1.75 c	21.66±0.61 d
7	12%联苯菊酯·戊唑醇	0.9+0.18	85.13±2.71 d	62.25±4.81 cd	39.07±1.18 c	19.78±1.28 cd
8	600 g/L吡虫啉	1.8	70.71±3.67 b	36.36±3.15 b	25.00±1.72 b	11.77±1.11 b
9	对照	0	57.97±3.27 a	0.00±9.62 a	0.00±2.98 a	0.00±3.74 a

注:同列不同小写字母表示不同处理间差异显著($P < 0.05$)

Note: Different lowercase letters in the same column indicated significant difference at 0.05 level

3 结论与讨论

地下害虫和苗期病害是为害花生产量和品质的重要原因^[9]。蛴螬的种类多,为害重,占地下害虫为害总量的80%,而暗黑鳃金龟更是花生田蛴螬的优势种群^[10]。目前,有机磷类药剂和氨基甲酸酯类药剂的长期使用,易出现抗药性问题^[11]。该研究选取了4种类型的杀虫剂:新型邻氨基苯甲酰胺类杀虫剂(氯虫苯甲酰胺、溴氰虫酰胺)、新烟碱类杀虫剂(呋虫胺、噻虫胺)、新型吡唑杂环类杀虫杀螨剂(啉虫酰胺)、拟除虫菊酯类杀虫剂(高效氟氯氰菊酯、联苯菊酯),经室内毒力测定,筛选得到联苯菊酯、噻虫胺、氯虫苯甲酰胺3种成分对暗黑鳃金龟幼虫的毒力较高。李杨等^[12]发现高效氯氟氰菊酯和联苯菊酯对暗黑鳃金龟成虫的毒力水平高于

辛硫磷和毒死蜱,在成虫出土盛期时喷雾榆树、杨树、柳树的叶片,通过防治成虫来降低田间幼虫发生量。渠成等^[7]发现新烟碱类杀虫剂的抑食作用高于其他类型药剂,其中噻虫胺的取食抑制率在89%以上,且具有显著内吸保苗作用。田间防治时,也发现噻虫胺对花生蚜虫、蓟马也有较好的防治效果。氯虫苯甲酰胺与联苯菊酯复配增效作用显著,对蛴螬和金针虫具有显著防效,同时兼治花生蚜^[13-14]。杀虫剂复配如高效氯氟氰菊酯与噻虫胺、氯虫苯甲酰胺与噻虫胺、联苯菊酯与吡虫啉在不同配比下联合作用对铜绿丽金龟2龄幼虫均有不同程度的增效作用^[14]。

种子自身的带菌量以及播种时环境条件的不适宜,均会干扰种子的萌发和幼苗的正常生长。花生果的脂肪和蛋

白含量很高,低温延迟出苗,高温多湿、干旱与暴雨交替等极端气候会加重烂种缺苗^[15-16]。种子处理是防治花生苗期病害的有效措施,对花生茎腐病、冠腐病、根腐病、白绢病等土壤病害均有显著防效^[17-19]。该研究田间试验结果表明,添加杀菌剂成分戊唑醇和吡唑醚菌酯复配药剂的出苗率比空白对照高24.77%以上,比杀虫剂单独拌种高8.91%~11.24%。种子包衣技术对药剂的安全性要求很高,使用不当会延迟出苗,阻碍幼苗生长。李建涛等^[19]报道戊唑醇种子包衣和结荚期灌药对花生出苗有延迟作用,但不影响出苗率,对白绢病的防效高于咯菌腈、醚菌酯和咪鲜胺。袁虹霞等^[17]研究发现,市售2%戊唑醇湿拌种剂对花生的出苗时间并无延迟,且对茎腐病有一定的防效。在该研究中,戊唑醇可有效地提高出苗率,并未观察到有延迟出苗的现象。同时,戊唑醇对花生褐斑病和网斑病均有显著的防效^[20-21]。吡唑醚菌酯对花生冠腐病菌、根腐病菌和白绢病菌具有较高的毒力,在花生土传真菌病害防治方面具有较大的应用潜力^[22]。

吡唑醚菌酯在提高植株抗病性的同时,还能够显著增强豆科植物豆根瘤蛋白的含量和大豆根瘤固氮的活性,从而提高产量^[23-24]。三唑类杀菌剂能够影响花生的叶绿素含量和根系呼吸作用等生理作用,增加花生产量^[22]。甲氧基丙烯酸甲酯类杀菌剂通过维持叶绿素含量,延缓叶片衰老,促进营养积累而提高产量^[25-26]。在该研究中,3种杀虫剂联苯菊酯、噻虫胺、氯虫苯甲酰胺单独拌种的增产率为10.95%~17.23%,加入杀菌剂戊唑醇或吡唑醚菌酯混配后,增产率进一步提高2.55%~6.84%。同时,发现加入戊唑醇或吡唑醚菌酯的处理在苗初期保苗壮苗作用明显,但在后期并无显著地延缓叶片衰老的作用,这可能与药剂在土壤中的稳定性和在花生植物上的降解情况相关,需要进一步研究。

综上,种子包衣是防治花生病虫害的有效手段,该研究筛选获得3个对暗黑鳃金龟毒力水平高的杀虫剂联苯菊酯、噻虫胺、氯虫苯甲酰胺,通过田间试验得出,复配加入戊唑醇或吡唑醚菌酯可进一步提高出苗率和抗病能力,且对花生种安全。其中12%联苯菊酯·吡唑醚菌酯和12%联苯菊酯·戊唑醇的增产率最高,需要进一步的剂型优化和推广应用。花生地下害虫和土传真菌病害也是逐年积累的,加强田间管理、农业防治以及选用抗性品种也是降低病虫害发生的重要措施。因此,加强轮作和倒茬、改善田间排水条件、深耕土壤、及时清理花生病残体、清除花生田旁的杂草、选育抗病品种、加上种子包衣技术,多种途径和防治手段可控制花生病虫害的发生,确保花生稳产高产。

参考文献

- [1] 魏鸿钧.从蛴螬的大发生论地下害虫的防治前景[J].植物保护,1979,5(3):1-5.
- [2] 陈琦,蒋月丽,范志业,等.2006—2018年河南省漯河市蛴螬优势种变化及其与秋作物种植面积的关系[J].植物保护学报,2020,47(3):471-477.
- [3] 谢明惠,陈浩梁,林璐璐,等.生物农药与化学农药混用对花生蛴螬的减药防控效果[J].花生学报,2020,49(2):77-81.
- [4] 刘艳涛,席国成,胡铁欢.食物因素对暗黑鳃金龟一、二龄幼虫历期及成活率的影响[J].湖北农业科学,2020,59(17):69-71,149.
- [5] 吴鹤敏,陈琦,蒋月丽,等.河南漯河地区金龟优势种及种群发生动态[J].中国植保导刊,2020,40(7):38-43.
- [6] 季静,李杨,高志山,等.土壤环境因子对毒死蜱两种剂型特效性的影响[J].农药学报,2011,13(4):364-368.
- [7] 渠成,赵海朋,张文丹,等.5种药剂拌种在不同土壤温湿度下对花生安全性评价[J].花生学报,2017,46(4):42-47.
- [8] 庄伟建,官德义,蔡来龙,等.促进花生种子在低温胁迫下发芽的种衣剂的筛选研究[J].花生学报,2003,32(5):346-351.
- [9] 谢明惠,林璐璐,陈浩梁,等.药剂拌种对花生苗期的影响及田间蛴螬防效评价[J].中国油料作物学报,2018,40(2):275-283.
- [10] 罗宗秀,李克斌,曹雅忠,等.河南部分地区花生田地下害虫发生情况调查[J].植物保护,2009,35(2):104-108.
- [11] 李耀发,高占林,党志红,等.18种杀虫剂对华北大黑鳃金龟和铜绿丽金龟的毒力比较[J].中国农学通报,2008,24(3):296-299.
- [12] 李杨,韩君,于春雷,等.七种杀虫剂对暗黑鳃金龟成虫和幼虫的毒力及田间防控效果[J].植物保护学报,2012,39(2):147-152.
- [13] 姚向峰,姜兴印,何发林,等.氯虫苯甲酰胺与联苯菊酯混配种子处理对花生地下及地上害虫的防治效果[J].农药,2020,59(2):150-153,156.
- [14] 何发林,乔治华,姚向峰,等.不同杀虫剂对铜绿丽金龟的室内毒力测定及混配增效药剂筛选[J].植物保护,2020,46(4):228-233,257.
- [15] 王岩,曹慧慧,周禹,等.河北省花生品种营养成分分析及评价[J].食品工业,2020,41(5):345-348.
- [16] 谢明惠,陈浩梁,张光玲,等.温度、土壤湿度和播种深度对花生种子萌发及幼苗生长的影响[J].花生学报,2017,46(2):52-59.
- [17] 袁虹霞,李洪连,汤丰收,等.药剂处理种子对花生茎腐病防治效果[J].植物保护,2006,32(2):73-75.
- [18] 管磊,郭贝贝,王晓坤,等.苯醚甲环唑等杀菌剂包衣种子防治花生冠腐病和根腐病[J].植物保护学报,2016,43(5):842-849.
- [19] 李建涛,范怀峰,王建美,等.四种杀菌剂对花生白绢病菌的毒力及田间控制作用[J].中国油料作物学报,2013,35(6):686-691.
- [20] 谢瑾卉,裴雪,林英,等.12种杀菌剂对花生褐斑病菌的室内毒力测定[J].辽宁农业科学,2021(4):69-71.
- [21] 谢瑾卉,林英,臧超群,等.花生网斑病化学防治药剂及复配增效配方的筛选[J].中国农学通报,2021,37(23):101-105.
- [22] 管磊.防治花生土传真菌病害种子处理药剂的筛选[D].泰安:山东农业大学,2015:2-25.
- [23] SWOBODA C, PEDERSEN P. Effect of fungicide on soybean growth and yield[J]. Agronomy journal, 2009, 101(2):352-356.
- [24] JOSHI J, SHARMA S, GURUPRASAD K N. Foliar application of pyraclostrobin fungicide enhances the growth, rhizobial-nodule formation and nitrogenase activity in soybean (var. JS-335) [J]. Pesticide biochemistry and physiology, 2014, 114:61-66.
- [25] GROSSMANN K, RETZLAFF G. Bioregulatory effects of the fungicidal strobilurin kresoxim-methyl in wheat (*Triticum aestivum*) [J]. Pesticide science, 1997, 50(1):11-20.
- [26] MCCARTNEY C, MERCER P C, COOKE L R, et al. Effects of a strobilurin-based spray programme on disease control, green leaf area, yield and development of fungicide-resistance in *Mycosphaerella graminicola* in Northern Ireland [J]. Crop protection, 2007, 26(8):1272-1280.