

四种新烟碱类杀虫剂种子包衣对花生 安全性及防治蛴螬效果评价

管磊,任玉鹏,王晓坤,齐浩亮,刘峰*

(山东农业大学植物保护学院,农药毒理与应用技术省级重点实验室,山东泰安,271018)

摘要:为明确4种新烟碱类杀虫剂种子包衣对花生的安全性和防治蛴螬的效果,采用砂培法,评价20℃和25℃下吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺和烯啶虫胺4种新烟碱类杀虫剂以及对照药剂氟虫腈种子包衣对花生的出苗及幼苗生长的影响,并进行田间药效试验。结果表明,20℃和25℃下,除烯啶虫胺外,其它3种新烟碱类杀虫剂种子包衣对花生出苗率无影响;与对照相比,吡虫啉等4种新烟碱类杀虫剂对花生幼苗的促进生长作用均不显著;氟虫腈种子包衣对花生出苗和幼苗生长无影响。两地试验结果表明,吡虫啉、噻虫嗪和噻虫胺种子包衣的防虫效果和保果率差异不显著,其中噻虫胺的防虫效果和保果率均最高,在两地田间防效分别为68.91%、71.60%,保果率达67.42%、72.50%。氟虫腈种子包衣对蛴螬的防虫效果和保果率显著低于吡虫啉和噻虫胺。吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺和氟虫腈种子包衣显著提高花生荚果产量。吡虫啉、噻虫嗪和噻虫胺有效成分剂量均为140g/100kg种子,对花生安全,且对蛴螬有较好的防治效果。

关键词:花生;蛴螬;新烟碱类杀虫剂;氟虫腈;幼苗

中图分类号:S482.3, S565.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-9084(2015)03-0344-05

Control effects and safety assessment of peanut seed - coating treatment of four new neonicotinoid insecticides on *Holotrichia aparallela*

GUAN Lei, REN Yu - peng, WANG Xiao - kun, QI Hao - liang, LIU Feng*

(College of Plant Protection, Shandong Agricultural University, Key Laboratory of Pesticide
Toxicology and Application Technique, Taian 271018, China)

Abstract: To evaluate control effects and safety of peanut seed - coating treatment of 4 new neonicotinoid insecticides on *Holotrichia parallela*, the effects of imidacloprid, thiamethoxam, clothianidin, nitenpyram and fipronil (the control fungicide) on peanut emergency and seedling growth under 20℃ and 25℃ were studied using sand culture. Safe insecticides were selected by field trials. Results showed that except nitenpyram, the other 3 neonicotinoids seed - coating did not affect emergence. Four neonicotinoid insecticides did not significantly promote seedling growth. The fipronil seed - coating had no significant effect on peanut emergence and seedling growth. Control effectiveness and pod protection efficiency of imidacloprid, thiamethoxam, and clothianidin had no significant difference. Control effectiveness and pod protection efficiency of clothianidin was the highest, with values of 68.91%, 71.60% and 67.42%, 72.50% in two field experiments, respectively. Control effectiveness and pod efficiency of fipronil was significantly lower than that of imidacloprid and clothianidin. Imidacloprid, thiamethoxam, clothianidin and fipronil seed - coating significantly increased pod yield. The most effective and the safest coating concentration was 140g active ingredient/100kg seed for imidacloprid, thiamethoxam, clothianidin against the white grubs of peanut by seed - coating.

Key words: Peanut; *Holotrichia parallela*; Neonicotinoid insecticides; Fipronil; Seedlings

收稿日期:2014-10-29

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201303027)

作者简介:管磊(1989-),男,山东蒙阴人,硕士研究生,研究方向为农药制剂加工与应用,E-mail:qdguanlei1989@126.com

*通讯作者:刘峰(1970-),男,山东沂水人,教授,研究方向为农药毒理与应用技术,E-mail:fliu@sdau.edu.cn

蛴螬是暗黑鳃金龟 (*Holotrichia parallela*) 的幼虫,是严重的地下害虫之一,土栖,食性杂,其种群多且活动范围广,防治困难^[1]。山东地区蛴螬为害最严重,花生受害一般减产 10% ~ 20%,严重者减产 50% ~ 80%^[2,3]。目前,化学防治仍然是一种广泛应用的防治方法,但随着高毒农药的禁用和对食品安全的重视,低毒、低残留的高效杀虫剂受到广泛关注^[4]。

新烟碱类杀虫剂具有触杀、胃毒、拒食和驱避作用,而且高效、低毒、安全、广谱,对昆虫神经系统烟碱型乙酰胆碱受体 (Nicotinic acetylcholine receptors, nAChRs) 具有很好的选择性^[5]。在发达国家,新烟碱类杀虫剂 (主要是吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺) 作为种衣剂被广泛用于多种作物,如油菜、谷物、甜菜和马铃薯^[6]。已报道,60% 吡虫啉悬浮种衣剂 (FS, Flowable concentrate for seed treatment) 30g/667m² 种子包衣对花生出苗率没有影响,且能够有效防治蛴螬^[3,7] 和蚜虫^[8],噻虫嗪 (种子包衣) 也被登记用于防治花生蛴螬^[9],但目前未见吡虫啉、噻虫嗪种子包衣对花生安全性的报道。拜耳公司近年来开发了 600g/L 噻虫胺 FS,在国外已登记用于防治油菜、玉米等作物上的蚜虫、小地老虎和蛴螬等害虫。烯啶虫胺作为吡虫啉的换代产品之一,以茎叶、土壤处理为主^[10],也未见进行种子包衣的应用报道。此外, Pons 研究表明,氟虫腈种子包衣可有效地防治玉米田地下害虫^[11]。同时,氟虫腈 FS 在国内已登记用于防治玉米田的蛴螬和金针虫^[9],而未在花生上登记。因此,明确吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺、烯啶虫胺以及氟虫腈种子包衣对花生的安全性及对蛴螬的防治效果,对花生田蛴螬等地下害虫的防治具有重要指导意义。

1 材料与方 法

1.1 材 料

花生品种为山花 8 号。

97% 吡虫啉 (imidacloprid) 原药、98% 噻虫嗪 (thiamethoxam) 原药、98% 噻虫胺 (clothianidin) 原药、95% 烯啶虫胺 (nitenpyram) 原药,均为山东省联合农药工业有限公司产品;对照药剂,95% 氟虫腈 (fipronil) 原药,为济南绿霸化学品有限责任公司产品。试验前烯啶虫胺加工成水剂 (AS, aqueous solution),其它原药分别加工成悬浮种衣剂 (FS)。

1.2 方 法

1.2.1 药剂浓度 20% 吡虫啉 FS、20% 噻虫嗪 FS、20% 噻虫胺 FS、20% 烯啶虫胺 AS 种子包衣有效成

分量均为 140g/100kg 种子,5% 氟虫腈 FS 种子包衣有效成分用量为 33g/100kg 种子。

1.2.2 供试药剂种子包衣对花生安全性评价试验

本试验参照《杀菌剂和杀虫剂对作物安全性评价室内试验方法》NY/T1965-2010^[12],并稍作改进。具体操作如下:播种前 1d 选取大小均一、饱满的花生种子均匀拌种,晾干。将含水量 20%,孔隙度、营养均一致的 320g 沙土装于内径为 10cm 的花盆中,每盆播 5 粒种子,然后覆沙土 50g。每处理 5 次重复,每重复 6 盆 (每处理合计 30 粒)。播后置于 RXZ 智能型人工气候箱培养,温度分别为 20℃ 和 25℃,相对湿度为 80%。播后 3d 黑暗处理,3d 后将光照设为 12L:12D。分别记录花生出苗情况,计算出苗率,出苗率 (%) = 出苗数/播种数 × 100。播种 21d 后调查主茎分枝数,以茎基部与根部的结合部为节点,按根系、茎叶部分开,分别测定其长度和鲜重,然后于 70 ± 1℃ 的电热鼓风干燥箱中烘干至恒重^[13],称其干重。

1.2.3 田间试验 田间药效试验

田间药效试验参照《杀虫剂防治旱地地下害虫》^[14],分别在山东省临沂市沂水县四十里堡镇后子河村和山东省泰安市岱岳区西林村花生田进行,播种日期分别为 2014 年 4 月 27 日和 2014 年 4 月 30 日。两地常年发生蛴螬危害,土质均为沙壤土,肥力中等。两地种植方式和调查方法相同:播种前 1d 选取大小均一、饱满的花生种子均匀拌种,晾干,垄宽 55cm,垄高 20cm,单垄双行开穴,穴距 20cm,每穴 2 粒。每处理设 4 次重复,小区面积 66.7m²,随机区组排列。每小区随机取 50 穴,调查花生出苗情况。

于花生收获时 (9 月 30 日),每小区棋盘式 20 点取样,每点 0.5m × 0.5m,挖土深度 30cm,分别记录蛴螬残存活虫数,并对小区内荚果进行分级,具体分级标准为:(0 级:荚果完好,无被害状;1 级:果皮受害,籽仁完好;2 级:荚果 1/2 以下受害;3 级:荚果 1/2 ~ 3/4 受害;4 级:荚果 3/4 以上受害),统计花生荚果各级被害数。并分别计算防虫效果、受害指数、保果效果和荚果产量。

防虫效果 (%) = (空白对照区虫口数 - 药剂处理虫口数) / 空白对照区虫口数 × 100

荚果被害指数 (%) = (被害荚果数 × 被害荚果等级值) / (调查总荚果数 × 被害荚果最高级值) × 100

保果率 (%) = (空白对照区荚果被害指数 - 处理区荚果被害指数) / 空白对照区荚果被害指数 × 100

增产率 (%) = (处理区产量 - 对照区产量) / 处理区产量 × 100

1.2.4 数据记录与处理 采用 DPSv13.5 统计软件统计分析,试验指标以平均值 ± 标准误 (Mean ± SE) 表示,用 Duncan 新复极差法进行差异显著性分析。

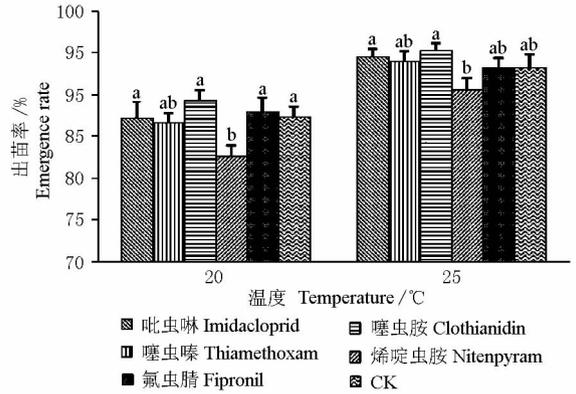
2 结果与分析

2.1 药剂种子包衣对花生的安全性评价

2.1.1 对花生出苗的影响 与 20℃ 培养条件相比较,25℃ 下各药剂处理花生出苗早、且出苗率高 (图 1)。在 20℃ 下,各药剂包衣的花生均在播种后 8d 出苗,11d 基本齐苗,其中烯啶虫胺处理组出苗率为 82.67%,显著低于其它药剂及空白对照。25℃ 下,各药剂处理的花生均在播种后 6d 出苗,8d 基本齐苗,出苗率均在 90% 以上,烯啶虫胺处理组出苗率仍最低,仅为 90.67%。综合两组数据可知,吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺、氟虫腈种子包衣对花生相对安全,而烯啶虫胺处理降低花生出苗率,因此田间试验未设置烯啶虫胺处理。

2.1.2 对花生幼苗根系生长的影响 20℃ 下,与对照相比,吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺明显促进花生根伸长,烯啶虫胺和氟虫腈处理的花生根长差异不显著。20℃ 下,与空白对照相比,吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺、

烯啶虫胺和氟虫腈种子包衣的花生根鲜重差异不显著。25℃ 下,与空白对照相比,吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺、烯啶虫胺和氟虫腈种子包衣的花生根长和根鲜重差异均不显著 (表 1)。



注:药剂浓度为 20% 吡虫啉 FS、20% 噻虫嗪 FS、20% 噻虫胺 FS、20% 烯啶虫胺 AS 和 5% 氟虫腈 FS。图中数据为平均值 ± 标准误,同组数据后相同字母表示经新复极差多重比较后差异不显著 (P < 0.05),表 1-3 同
Note: the concentration of 5 insecticides are 20% imidacloprid FS, 20% thiamethoxam FS, 20% clothianidin FS, 20% nitenpyram AS, and 5% fipronil FS respectively. The data are mean ± SE, and those in the same group followed by same letters are not significantly different (P < 0.05); Same as Table 1-3

图 1 不同温度下供试药剂种子包衣对花生出苗率的影响
Fig. 1 Effect of insecticides on emergence rate of peanut at different temperature

表 1 不同温度下五种药剂种子包衣对花生幼苗根系生长的影响

Table 1 Effect of five insecticides on growth of peanut seedling roots at different temperature

药剂 Insecticide	根长 Root length/cm		根鲜重 Root weight/g	
	20℃	25℃	20℃	25℃
吡虫啉 Imidacloprid	11.35 ± 0.30 a	13.27 ± 0.34 a	1.39 ± 0.05 a	1.22 ± 0.06 a
噻虫嗪 Thiamethoxam	11.32 ± 0.27 a	13.44 ± 0.29 a	1.32 ± 0.04 ab	1.24 ± 0.05 a
噻虫胺 Clothianidin	11.33 ± 0.34 a	13.28 ± 0.27 a	1.29 ± 0.05 ab	1.15 ± 0.04 a
烯啶虫胺 Nitenpyram	11.13 ± 0.30 ab	13.83 ± 0.32 a	1.19 ± 0.05 b	1.11 ± 0.05 a
氟虫腈 Fipronil	10.79 ± 0.42 ab	13.20 ± 0.52 a	1.20 ± 0.04 b	1.12 ± 0.07 a
空白对照 CK	10.31 ± 0.29 b	13.13 ± 0.28 a	1.27 ± 0.05 ab	1.13 ± 0.05 a

2.1.3 对花生幼苗茎生长的影响 从表 2 看出,20℃ 下,吡虫啉、噻虫嗪和噻虫胺处理显著增加茎叶鲜重,其他药剂处理对茎叶鲜重均无显著影响,五种

药剂处理对花生主茎高、茎叶干重和主茎分枝数均无显著影响。25℃ 下,五种药剂处理对花生主茎高、茎叶鲜重和干重及主茎分枝数均无显著影响。

表 2 不同温度下五种药剂种子包衣对花生茎叶生长的影响

Table 2 Effect of five insecticides on growth of peanut seedling stem and leaf at different temperature

药剂 Insecticide	主茎高 Main stem height/cm		茎叶鲜重 Stem and leaf weight/g		茎叶干重 Stem dry weight and leaf dry weight/g		主茎分枝数 Branch of the main stem	
	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃	20℃	25℃
吡虫啉 Imidacloprid	13.65 ± 0.33 a	23.16 ± 0.35 a	4.07 ± 0.08 a	4.58 ± 0.15 a	0.47 ± 0.02 a	0.49 ± 0.01 a	3.20 ± 0.11 a	4.93 ± 0.07 a
噻虫嗪 Thiamethoxam	13.86 ± 0.36 a	23.08 ± 0.47 a	4.09 ± 0.09 a	4.66 ± 0.14 a	0.46 ± 0.02 a	0.49 ± 0.01 a	3.03 ± 0.09 a	4.97 ± 0.09 a
噻虫胺 Clothianidin	13.83 ± 0.29 a	23.22 ± 0.36 a	4.00 ± 0.11 ab	4.69 ± 0.13 a	0.48 ± 0.02 a	0.50 ± 0.01 a	3.23 ± 0.09 a	5.00 ± 0.10 a
烯啶虫胺 Nitenpyram	13.91 ± 0.41 a	23.62 ± 0.62 a	3.86 ± 0.11 abc	4.37 ± 0.14 a	0.48 ± 0.02 a	0.49 ± 0.01 a	2.97 ± 0.08 a	4.77 ± 0.10 a
氟虫腈 Fipronil	13.33 ± 0.35 a	23.05 ± 0.50 a	3.75 ± 0.12 bc	4.27 ± 0.15 a	0.47 ± 0.02 a	0.48 ± 0.01 a	3.07 ± 0.08 a	4.80 ± 0.12 a
空白对照 CK	13.74 ± 0.33 a	23.74 ± 0.33 a	3.69 ± 0.07 c	4.34 ± 0.12 a	0.42 ± 0.01 a	0.46 ± 0.01 a	3.00 ± 0.12 a	4.73 ± 0.10 a

2.2 四种药剂田间防治蛴螬效果

田间试验结果见表3,四种供试药剂种子包衣花生出苗率均在87.75%以上,且与空白对照差异不显著。比较西林村和后子河村花生田的防虫效果,空白对照虫口密度为10.06和8.48头/m²,各药剂处理的虫口密度明显降低,三种新烟碱类杀虫剂防虫效果均高于氟虫腈,其中噻虫胺防效最高,分别达68.91%和71.60%。两块花生试验田的空白对照花生荚果被害指数分别为20.78%和18.35%,各药剂处理后,花生荚果被害指数明显降低。3种新

烟碱类杀虫剂保果效果显著高于对照药剂氟虫腈,其中噻虫胺保果效果仍最高,分别达67.42%和72.50%;各药剂处理后花生荚果产量显著高于空白对照,其中噻虫胺增产作用最明显,增产率分别为11.80%和10.37%。两块花生试验田的试验结果表明,三种新烟碱类杀虫剂种子包衣对暗黑鳃金龟幼虫的防虫效果达58.85%~71.60%,并明显降低花生荚果被害指数,增加花生产量,其中噻虫胺的效果最好。

表3 四种杀虫剂防治蛴螬的田间试验效果
Table 3 Control effect of four insecticides against white grubs in peanut field

地点	药剂 Insecticide	出苗率 Rate of emergence/%	虫口密度 Insect density /(head·m ⁻²)	防虫效果 Control efficacy/%	被害指数 Damage Index/%	保果效果 Efficacy of pod protection	荚果产量 Pod yield /(kg·hm ⁻²)	增产率 Yield growth rate/%
西林村 Xilin village	吡虫啉 Imidacloprid	91.75 ± 1.18 a	3.75 ± 0.55 bc	63.06 ± 3.59 a	7.01 ± 0.47 c	65.98 ± 2.95 a	4 381.92 ± 89.09 a	10.00 ± 3.71 a
	噻虫嗪 Thiamethoxam	92.50 ± 1.19 a	4.05 ± 0.62 bc	59.69 ± 5.14 ab	7.48 ± 0.74 bc	63.65 ± 4.15 a	4 357.95 ± 51.52 a	9.65 ± .01 a
	噻虫胺 Clothianidin	92.75 ± 1.03 a	3.15 ± 0.43 c	68.91 ± 2.67 a	6.75 ± 0.46 c	67.42 ± 2.07 a	4 462.89 ± 79.82 a	11.80 ± 3.56 a
	烯啶虫胺 Nitenpyram	92.25 ± 1.11 a	5.15 ± 0.64 b	49.09 ± 3.90 b	9.82 ± 0.79 b	51.91 ± 3.66 b	4 316.77 ± 104.22 a	6.90 ± .40 a
	氟虫腈 Fipronil	91.75 ± 1.08 a	10.03 ± 0.54 a	-	20.78 ± 1.02 a	-	3 999.98 ± 105.03 b	-
后子 河村 Houzihe village	吡虫啉 Imidacloprid	88.50 ± 1.50 a	2.80 ± 0.27 cd	67.06 ± 2.31 ab	5.97 ± 0.13 cd	67.38 ± 1.33 b	4 631.50 ± 36.57 a	9.44 ± 4 a
	噻虫嗪 Thiamethoxam	87.75 ± 1.44 a	3.45 ± 0.30 bc	58.85 ± 4.47 bc	6.46 ± 0.21 c	64.66 ± 1.82 b	4 592.08 ± 15.89 ab	8.51 ± 17 a
	噻虫胺 Clothianidin	88.75 ± 1.38 a	2.43 ± 0.30 d	71.60 ± 2.33 a	5.37 ± 0.31 d	72.50 ± 0.83 a	4 669.95 ± 32.15 a	10.37 ± 81 a
	烯啶虫胺 Nitenpyram	89.25 ± 1.11 a	4.10 ± 0.33 b	51.53 ± 3.66 c	8.04 ± 0.35 b	56.19 ± 1.54 c	4 502.90 ± 43.56 b	6.38 ± 0.51a
	氟虫腈 Fipronil	88.25 ± 1.44 a	8.48 ± 0.39 a	-	18.35 ± 0.48 a	-	4 233.31 ± 46.80 c	-

3 讨论与结论

花生出苗率、根长及其鲜重、主茎高及其鲜重和主茎分枝数是花生重要植物学性状。本研究结果表明与空白对照相比,除烯啶虫胺外其它三种新烟碱类杀虫剂种子包衣不影响花生出苗,且对花生幼苗生长均有一定促进作用,对根伸长生长和茎叶鲜重(20℃)的刺激作用明显,但对其生理生化的影响有待进一步研究。烯啶虫胺种子包衣降低花生出苗率,可能与其水溶性好、渗透性强有关^[15]。有报道吡虫啉种子包衣对不同品种小麦和玉米的出苗及幼苗生长的影响存在一定的差异性^[16,17]。本研究只试验了一个花生品种,五种药剂包衣对不同品种花生的安全性是否存在差异尚需研究。苯基吡唑类杀虫剂氟虫腈种子包衣对花生出苗率和幼苗生长无明显影响。温度对花生的出苗时间和幼苗生长有明显影响,温度升高,花生出苗快,植株生长快,相应苗期缩短^[18,19]。本研究中,25℃下各处理的花生出苗时间短,且其生长指标明显高于20℃下各处理。

目前,种子包衣已成为花生地下害虫防治的重

要施药方式,相比撒毒土、灌根等传统施药方式,使用方便,省时省力,防治成本低,更易被农民接受,但对药剂的安全性和持效期要求较高。新烟碱类药剂因具有高效、低毒、安全和广谱的特点,在开发用于种子包衣方面具有重要意义^[20]。Grewal等报道吡虫啉和噻虫嗪对蛴螬不仅具有拒食作用,而且干扰其神经系统,甚至震颤麻痹,降低其生存能力,从而更易被其天敌吞噬^[21]。

本研究表明吡虫啉、噻虫嗪和噻虫胺三种烟碱类杀虫剂种子处理均能够较长时间控制花生蛴螬为害,可能与其在土壤中稳定性有关。据报道,吡虫啉、噻虫嗪、噻虫胺和氟虫腈在土壤中的降解半衰期DT₅₀分别为174d、39d、121.2d和65d^[22]。此外药剂的水溶性、内吸性强弱以及在植物体内的代谢转化对持效期可能也存在影响。三种新烟碱类杀虫剂水溶性和内吸性均显著高于氟虫腈;噻虫嗪的半衰期虽然短,但其可以代谢为噻虫胺起作用。除此之外,也有报道吡虫啉对蛴螬的毒力高于氟虫腈^[23]。

综合考虑泰安市岱岳区西林村和临沂市沂水县后子河村两地试验的防虫、保果及增产效果3个指

标,吡虫啉、噻虫嗪和噻虫胺种子包衣,能够降低花生田蛴螬虫口密度和花生被害果率,提高花生产量,且对花生生长无害。三种新烟碱类杀虫剂对其他种类蛴螬的作用效果及对不同花生品种的适用性有待进一步研究。

参考文献:

- [1] Morales - Rodriguez A, Peck C D. Synergies between biological and neonicotinoid insecticides for the curative control of the white grubs *Amphimallon majale* and *Popillia japonica* [J]. *Biological Control*, 2009, 51: 169 - 180.
- [2] 曲明静,赵志强,王磊. 30% 辛·毒微囊悬浮剂对花生田蛴螬的防治效果[J]. *植物保护*, 2008, 34(6): 148 - 150.
- [3] 李晓,鞠倩,赵志强. 8种杀虫剂对花生蛴螬的田间防效及安全性评价[J]. *植物保护*, 2013, 39(4): 159 - 163.
- [4] Grewal P S, Power K T, Grewal S K, et al. Enhanced consistency in biological control of whitegrubs (Coleoptera: Scarabaeidae) with new strains of entomopathogenic nematodes [J]. *Biological Control*, 2004, 30: 73 - 82.
- [5] 唐振华,毕强. 杀虫剂作用的分子行为[M]. 上海: 上海远东出版社, 2003.
- [6] Goulson D. An overview of the environmental risks posed by neonicotinoid insecticides [J]. *Journal of Applied Ecology*, 2013, 50: 977 - 987.
- [7] 陈春利,王绍敏. 54% 吡虫啉·氟虫腈 FS 和 60% 吡虫啉 FS 对花生地下害虫的防治[J]. *农药*, 2009, 48(6): 452 - 454.
- [8] 李晓,鞠倩,赵志强,等. 4种杀虫剂对花生蚜虫的防治效果和安全性评价[J]. *山东农业科学*, 2013, 45(4): 93 - 95, 136.
- [9] <http://www.chinapesticide.gov.cnK> [OL].
- [10] 李敏,成四喜,李海屏. 新烟碱类杀虫剂烯啶虫胺述评[J]. *农药研究与应用*, 2012, 16(2): 1 - 5.
- [11] Pons X, Albajes R. Control of maize pests with imidacloprid seed dressing treatment in Catalonia (NE Iberian Peninsula) under traditional crop conditions [J]. *Crop Protection*, 2002, 21: 943 - 950.
- [12] 中华人民共和国农业行业标准. NY/T1965 - 2010, 农药对作物安全性评价准则第一部分: 杀菌剂和杀虫剂对作物安全性评价室内试验方法[S]. 中华人民共和国农业部, 2011.
- [13] 刘孟娟,丁红,慈敦伟. 种衣剂类型对花生种子萌发和幼苗生长的影响[J]. *花生学报*. 2013, 42(4): 47 - 51.
- [14] 中华人民共和国国家标准. GB/T17980. 72 - 2004, 田间药效试验准则(二)第 72 部分: 杀虫剂防治旱地地下害虫[S]. 中华人民共和国农业部, 2004.
- [15] Correia T R, Scott F B, Verocai G G. Larvicidal efficacy of nitenpyram on the treatment of myiasis caused by *Cochliomyia hominivorax* (Diptera: Calliphoridae) in dogs [J]. *Vet Parasitol*, 2010, 173: 169 - 172.
- [16] 党志红,李耀发,潘文亮. 吡虫啉拌种防治小麦蚜虫技术及安全性研究[J]. *应用昆虫学报*, 2011, 48(6): 1 676 - 1 681.
- [17] Kuhara T P, Stivers - Young L J, Hoffmann M P. Control of corn flea beetle and Stewart's wilt in sweet corn with imidacloprid and thiamethoxam seed treatments [J]. *Crop Protection*, 2002, 21: 25 - 31.
- [18] 王才斌,成波,邓亚萍. 温度对花生出苗、幼苗生长及开花的影响[J]. *花生学报*, 2003, 32(4): 7 - 11.
- [19] 聂呈荣. 温度处理不同种质花生种子对萌发和幼苗生长的影响[J]. *花生科技*, 1997(2): 1 - 5.
- [20] 吴凌云,李明,姚东伟. 新烟碱类杀虫剂与种子包衣[J]. *农药*, 2009, 48(2): 868 - 869, 871.
- [21] Grewal P S, Power K T, Shetlar D J. Neonicotinoid insecticides alter diapauses behavior and survival of overwintering white grubs (Coleoptera: Scarabaeidae) [J]. *Pest Management Science*, 2001, 57: 852 - 857.
- [22] <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/iupac/index.htm> [OL].
- [23] 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.

(责任编辑:王丽芳)