

东北春大豆田蛴螬防治指标研究

钟涛¹, 范唯艳², 许国庆^{1*}, 赵彤华¹

(1. 辽宁省农业科学院植物保护研究所, 农业农村部沈阳作物有害生物科学观测实验站, 辽宁 沈阳, 110161;

2. 辽宁省农业科技成果转化服务中心(辽宁农业博物馆), 辽宁 沈阳, 110161)

摘要:为明确全球气候变暖趋势下和国家“双减”方针指导下的东北春大豆田蛴螬防治指标,在沈阳春大豆田播种后采用人工接虫的方法,研究了不同虫口密度下的东北大黑鳃金龟3龄幼虫对大豆死亡株率和大豆产量的影响。结果表明,大豆产量(y)与虫口密度(x)呈负相关关系($y = -0.0135x + 0.4232, 32 > x \geq 1, r = -0.990$),产量损失率(y)与蛴螬虫口密度(x)与间存在线性相关关系($y = 3.0051x + 2.6781, x \geq 1, r = 0.991$); $x \geq 4$,即虫口密度 ≥ 4 ,产量与产量损失率均达到显著差异;基于防治收益应大于防治成本的原则,确定了东北春大豆田东北大黑鳃金龟3龄蛴螬幼虫的防治指标应为2.33头/m²。不同时期、不同虫口密度下蛴螬危害造成的大豆死亡株率间存在较大差异。每平方米有1~5头蛴螬为害时,大豆苗期(V1)死亡株率达到48.18%~57.87%,至大豆初花期(R1)大豆死亡株率达到65.67%~75.05%,V1期死亡株率远大于V1至R1阶段的死亡株率,因此要加强苗期蛴螬的防治工作。

关键词:东北春大豆田;东北大黑鳃金龟;蛴螬;防治指标

中图分类号:S433.8+3

文献标识码:A

文章编号:1007-9084(2020)04-0708-05



OSID

Damage of action threshold of *Holotrichia diomphalia* 3rd instar larvae in spring sowing soybean field in Northeast China

ZHONG Tao¹, FAN Wei-yan², XU Guo-qing^{1*}, ZHAO Tong-hua¹

(1. Institute of Plant Protection, Liaoning Academy of Agricultural Sciences, Agricultural Science Observation and Experiment Station of Crops and Pests of Shenyang, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Shenyang 110161, China;

2. Liaoning Agricultural Science and Technological Achievements Transformation Service Center (Liaoning Agricultural Museum), Shenyang 110161, China)

Abstract: To establish appropriate control index for *Holotrichia diomphalia* Bates in the context of a continual global warming trend and guidelines based on “Dual Reduction” in chemical fertilizers and pesticides, mortality rates and yield of spring soybean in Northeast China were investigated by artificial inoculation with different density of *Holotrichia diomphalia* 3rd instar larvae. The results showed that yield had negative correlation with larvae density ($y = -0.0135x + 0.4232, 32 > x \geq 1, r = -0.990$), yield loss rate had positive correlation with larvae density ($y = 3.0051x + 2.6781, x \geq 1, r = 0.991$). The yield and yield loss rate were significantly different when larvae density was greater than or equal to 4. According to the rule that the direct benefit was above the cost of control, we determined that the damage of action threshold of *H. diomphalia* 3rd instar larvae was 2.33 heads per square meter in Northeast spring soybean yield. The mortality rates caused by *H. diomphalia* 3rd instar larvae were significant different with different population density at different survey periods. The mortality rate ranged from 48.18% to 57.87% at the seedlings stage (V1) when the population density was 1–5 heads per square meter, and it ranged from 65.67% to 75.05% until the primary flowering stage (R1). The mortality rate in V1 stage was significantly greater than that in V1 to R1 stage. Therefore, the control of grubs would be best performed at seedling stage.

Key words: Northeast spring sowing soybean field; *Holotrichia diomphalia* Bates; white grubs; damage of ac-

收稿日期:2019-12-02

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0201004);农业基础性长期性科技工作植物保护观测监测任务(ZX04S060101)

作者简介:钟涛(1983-),男,满族,助理研究员,博士,从事经济作物害虫发生规律与绿色轻简防控技术研究,E-mail: zhongtao_069@163.com

* 通讯作者:许国庆(1966-),男,研究员,博士,从事经济作物害虫绿色轻简防控技术研究,E-mail: xgq66@126.com

tion threshold

大豆古称菽,是豆科大豆属一年生草本植物,具有耐寒、抗旱、抗病、高产等优势,在我国已有5000多年的栽培历史。我国东北历来盛产大豆,尤以辽宁北部至黑龙江为传统种植区域^[1]。大豆蛋白含量丰富,营养价值极高,素有“豆中之王”美誉,主要用途为压榨和制作酱油、豆腐、饼肥等原料。新中国成立后,全国各地普遍栽种大豆,但以东北大豆质量最优^[2]。农业农村部于2019年初启动了大豆振兴计划,支持东北和黄淮海地区扩种大豆,至2020年全国大豆种植面积将突破1.4亿亩(933.3万公顷)。

辽宁地区是东北春大豆重要的原产地,通常在4月下旬至5月中旬间播种,10月中旬收获。东北大黑鳃金龟是大豆生产田中的重要害虫,可严重危害大豆植株的地下和地上部分^[3]。东北大黑鳃金龟属鞘翅目鳃金龟科,其成虫和幼虫(俗称蛴螬)均营土栖生活,生活史可达两年之久^[4]。成虫白天潜伏于土壤中,夜间出土取食大豆叶片,造成叶片多发孔洞甚至仅存叶脉,对作物产量影响极大^[5]。春播后,蛴螬为害胚芽、幼根、幼苗的嫩茎,可造成大面积缺苗断垄,经济损失十分严重,目前尚缺乏有效的防治手段。蛴螬食性杂且取食量大,尤以3龄幼虫造成的损失最重。随着我国逐步调减“镰刀弯”地区玉米播种面积,大豆栽种面积将会逐年攀升,本地区将会面临害虫为害加重的风险^[6]。

截止目前,文献尚未检索到有关东北春大豆田地下害虫危害损失研究的报道,为了更好地指导本地区春播大豆生产种植,本研究对东北春大豆田蛴螬危害损失开展试验研究,旨在明确本地区大豆田蛴螬的防治指标,为今后该地区地下害虫的科学防控提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 供试虫源

2019年5月10日,前往辽宁省岫岩满族自治县苏子沟镇大关家沟村农田荒地杂草下采挖蛴螬。根据曹雅忠和李克斌编撰的工具书对采集到的蛴螬进行种类鉴定^[5],挑选出东北大黑鳃金龟3龄幼虫,作饥饿处理。挑选个体一致、健康活泼的蛴螬作为供试虫源。

1.2 试验方法

试验地位于123°33'E, 41°49'N的辽宁省农业

科学院试验基地内(沈阳市沈河区东陵路84号)。该试验地面积约3335 m²,机械化起垄,垄宽60 cm。田间管理遵循当地农事操作习惯。在该试验地中央位置划设试验小区,每小区面积为1 m²,挖出小区内深0.5 m的沙土,埋入双层16目尼龙纱网,规格5 m×5 m,回填过筛的土壤,确保去除土中栖息的金龟、蛴螬和其它种类地下害虫。2019年5月9日常规播种(未使用药剂处理),品种为辽豆36。每穴定播2粒,穴距15 cm。5月16日种子拱土后,向田间试验小区接入挑选的东北大黑鳃金龟3龄健康活泼幼虫,设7个处理,在距离拱土处10 cm范围内分别接虫0、1、2、3、4、5、11头/m²,小区采取随机排列,每个处理设4次重复。苗期、初花期调查各处理区的出苗数、受害株数,收获时测定各小区产量,计算春大豆田蛴螬的防治指标。

1.3 数据分析

大豆植株叶子枯黄掉落后,进行小区测产。分析各处理区的产量数据,对数据进行线性回归拟合,得出回归方程。参照华菊玲等人^[7]提出的模型计算经济危害允许水平,再根据回归方程得出大豆产量损失率,最后计算出防治指标。采用Excel 2003软件和IBM SPSS Statistics 24.0对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 蛴螬为害与大豆产量损失率间的关系

根据小区大豆产量测定结果,蛴螬虫口密度与单位面积大豆产量如表1所示。小区单位面积大豆产量随着蛴螬虫口密度的增加而降低,两者呈负相关关系($y = -0.0135x + 0.4232, 32 > x \geq 1, r = -0.990$)其中个别小区处理间达极显著水平($F_{6,21} = 97.363, P = 0.000$)。对小区大豆产量损失率进行线性回归分析,产量损失率与蛴螬虫口密度(x)之间的线性回归方程式为 $y = 3.0051x + 2.6781 (x \geq 1, r = 0.991)$ 。根据邓肯氏新复极差(DMRT)法对大豆产量损失率进行比较分析,结果表明随着蛴螬虫口密度的增加($x \geq 4$),产量损失率与虫口密度低于4的处理间达显著水平($F_{5,18} = 80.418, P = 0.000$)。

2.2 蛴螬为害与大豆死亡株率间的关系

经线性回归分析得出,蛴螬虫口密度与小区接虫后苗期(V1)大豆死亡株率的线性回归方程为 $y = 2.4222x + 45.754 (23 > x \geq 1, r = 0.918)$ (图1)。根据

表1 东北大黑鳃金龟3龄幼虫为害与大豆产量损失率间的关系

Table 1 Relationship between population density of *Holotrichia diomphalia* 3rd larval and yield loss rate of soybean

处理 Treatment	虫口密度/(头/m ²) Population density/(head/m ²)	大豆产量 Yield of dry soybean/(g/m ²)	大豆产量损失率 Yield loss rate of soybean / %
1	1	401.3±3.93bB	6.90±0.91dD
2	2	388.5±8.30bBC	9.86±1.93dCD
3	3	391.8±4.07bBC	9.11±0.94dCD
4	4	371.0±5.64cCD	13.92±1.31cBC
5	5	352.3±1.65dD	18.27±0.38bB
6	11	275.3±5.11eE	36.14±1.18aA
7	0	431.0±3.90aA	/

注:表中数据为平均值±标准误,同列后不同大、小写英文字母代表经单因素方差分析分别在0.01和0.05水平上的差异显著性

Note: The data in table are mean±SE. Data followed by different capital or lowercase letters indicate significantly differences at 1% or 5% levels by one-way ANOVA analysis

邓肯氏新复极差(DMRT)法对苗期(V1)大豆死亡株率进行比较分析,结果表明随着蛴螬虫口密度的增加至5头/m²($x \geq 5$),大豆死亡株率差异达极显著水平($F_{5,18}=25.080, P=0.000$)。根据上述方程推算,当每1 m²大豆田有1头3龄蛴螬为害时,苗期大豆受害死亡株率为48.18%,而当3龄蛴螬数量达5头时,苗期受害大豆死亡株率达57.87%。

蛴螬虫口密度与初花期(R1)大豆死亡株率的线性回归方程 $y=2.3445x+63.325$ ($16 > x \geq 1, r=0.925$) (图2)。根据邓肯氏新复极差(DMRT)法对初花期(R1)大豆死亡株率进行比较分析,结果表明随着蛴螬虫口密度的增加($x \geq 5$),大豆死亡株率差异达极显著水平($F_{5,18}=33.388, P=0.000$)。根据上述方程,当每平方米面积大豆田有1头3龄蛴螬为害时,大豆死亡株率为65.67%,其中V1至R1阶段受害死亡株率大约占17.49%;而当3龄蛴螬数量

达5头时,受害大豆死亡株率达到75.05%,其中V1至R1阶段受害死亡株率大约占到17.18%。由此可见大豆苗期(V1)蛴螬的危害要远大于V1至R1阶段的危害,因此必须要加强苗期蛴螬的防治工作。

2.3 苗期蛴螬经济危害允许水平的确定

经济危害允许水平(economic injure tolerate level, EIL)是决定害虫防治指标制订的重要参数,该参数受防治成本、作物产量和防治效果等多因素影响,可理解为开展必要防治所需的花费。当前时期,本地区大豆苗期蛴螬的防治依赖种子药剂处理。通过多年试验研究,已证实每公顷使用高巧(600 g/L吡虫啉悬浮种衣剂,拜耳作物科学(中国)有限公司生产)225 mL药液(折合成药剂成本225元)或福蝶(70%吡虫啉种子处理可分散粉剂,河北威远生化农药有限公司生产)525 g药粉(折合成药剂成本165元),可包衣75 kg大豆种,每公顷播

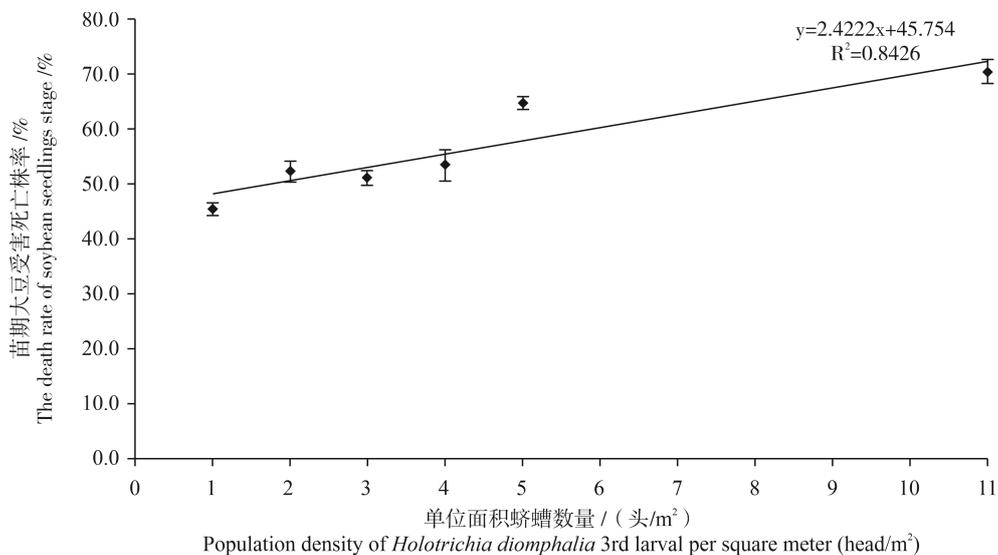


图1 大豆蛴螬虫口密度与苗期大豆死亡株率间的关系

Fig. 1 Relationship between population density of *Holotrichia diomphalia* and death rate of soybean seedlings stage

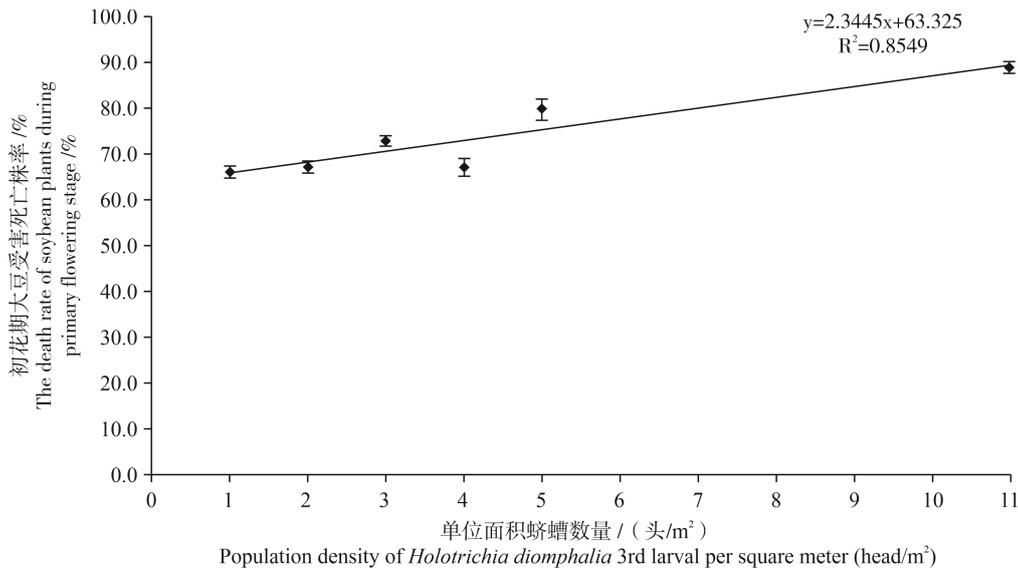


图2 大豆蛴螬虫口密度与初花期大豆死亡株率间的关系

Fig. 2 Relationship between population density of *Holotrichia diomphalia* and death rate of soybean plants during primary flowering stage

种量以 45 kg 计算,则每公顷平均药剂成本花费在 120 元左右。每公顷人工成本以 225 元计算,拌种器械(塑料盆)折损以 105 元计算,防治费用(C)(药剂成本+人工成本+器械折损)花费折合约 450 元/hm²。药剂处理区大豆单位面积产量(Y)4300 kg/hm²(干重),平均防治效果(E)在 76.0%左右,市场收购价格(P)以平均 3.7 元/kg 计算。按照华菊玲等提出的防治指标模型^[7],经济调整系数(F)设定为 2,即收益为花费的 2 倍进行校正,计算出苗期 3 龄蛴螬的经济危害允许水平 $EIL = \frac{C \times F}{Y \times P \times E} \times 100 = 7.44\%$ 。

2.4 苗期蛴螬防治指标的制定

根据苗期 3 龄蛴螬虫口密度与小区大豆产量的线性回归关系(表 1),当每平方米大豆田有 1 头 3 龄蛴螬为害时,大豆产量约损失 0.0135 kg,由此计算出 1 头 3 龄蛴螬为害造成的大豆产量损失率为 3.19%。根据蛴螬虫口密度(x)与产量损失率(y)的线性关系,再依据当前时期蛴螬为害的大豆经济危害允许水平,即可得出大豆田蛴螬的防治指标为 0.0744/0.0319=2.33 头/m²。即当前时期,大豆种子进行药剂处理的单产 4300 kg/hm²水平下 3 龄蛴螬的防治指标为 2.33 头/m²,当调查到每平方米面积上有 3 头 3 龄蛴螬为害时,就应当立即采取措施进行有效防治。

3 讨论与结论

研究表明东北大黑鳃金龟同时能以成虫和幼虫越冬,原先形成规律性的“大小年”交替发生现

象,近年来发生年界限越来越模糊,几乎每年都有较高水平的发生和为害^[8]。本文仅探讨了大豆苗期发生 3 龄幼虫取食和危害的情况,而未对越冬后金龟出土取食苗期叶片的危害情况进行分析,此外,大豆田还有大豆蚜^[9]、大豆食心虫^[10]、豆荚螟^[11]、棉铃虫^[12]、豆天蛾^[13]和银纹夜蛾^[13]等地上部危害损失也未综合考虑在内。

地下害虫种类繁多,不同种类蛴螬的危害时期又往往不一致,造成生产上的防治困难^[14]。防治指标是开展农田害虫有效治理的重要依据,制定科学的防治指标可以更加有效地指导蛴螬防治,同时又能保护好农田生态环境。害虫防治指标不是一成不变的,而是随着作物品种、产量、市场价格和依托的防治技术等因素变动而有所变化。过去地下害虫防治工作中常依赖高毒农药或者与灌水相结合控制豆田蛴螬为害^[15,16]。白僵菌^[17]和钩土蜂^[18]也曾人工培育后用于蛴螬的防治,防效也能达到 50%~60%左右。现在生产上多采用新烟碱类杀虫剂拌种,处理起来较为简便,而且与环境相容性好^[19]。但也有学者指出早春低温播种时吡虫啉会对作物出苗和幼苗长势产生不利影响,但可以通过与萎锈灵、福美双等混配使该状况得以改善^[20]。吡虫啉杀虫谱广,且毒性较低,其在土壤中的半衰期长达半年之久。在防治地下害虫的同时,可兼防刺吸性害虫,如大豆蚜^[19]。本研究结果与前人在山东菏泽地区通过田间调查虫口密度与大豆株受害症状分级标准确定的 2~3 头/m²蛴螬防治指标高度一致^[21]。

安徽地区采用的大豆田蛴螬防治指标为4头/m²,适用于暗黑鳃金龟占优势的田块^[15]。李晓等人基于吡虫啉等药剂拌种技术也提出暗黑鳃金龟占优势的花生田应以4头/m²作为蛴螬的防治指标,但该研究缺乏对田间实际产生危害的蛴螬种类和虫龄大小一致性等方面的深入探讨,限制了该指标的适用范围^[22]。造成蛴螬防治指标差异的主要原因可能是受到不同种类蛴螬取食量和区域作物种植规模及经济收益等多方面的影响,但仍可以相互借鉴。

当前,东北地区春大豆田蛴螬的防治指导工作主要借鉴花生田的蛴螬防治指标。但由于蛴螬对这两种寄主植物的趋性存在明显差异^[23],而且种植规模和经济收益也不同,所以需要重新制定。本文在全球气候变暖趋势下和国家“双减”方针指导下对东北春大豆田蛴螬的防治指标进行了探讨,结果表明大豆产量受蛴螬虫口密度的影响存在线性相关关系。基于吡虫啉拌种技术,提出东北春大豆田应以2.33头/m²作为本地区蛴螬的防治指标,对比花生田2头/m²的蛴螬防治指标^[3],大豆田的蛴螬防治指标可以适当放宽。可以预见,我国“镰刀湾”地区玉米缩减的面积将由大豆等传统经济作物所占据,未来本地区大豆产量和市场价格也将有所提高,届时蛴螬的防治指标也将受影响而需要进行适当调整。

参考文献:

[1] 张晓刚,张帅.“九·一八”事变之前的东北大豆贸易状况探析[J].内蒙古师范大学学报:哲学社会科学版,2019,48(2):62-72. DOI:10.3969/j.issn.1001-7623.2019.02.010.

[2] 李立军,褚庆全,胡志全,等.我国主要粮食作物区域布局变化研究[J].农业现代化研究,2004,25(5):334-339. DOI:10.3969/j.issn.1000-0275.2004.05.003.

[3] 钟涛,许国庆,徐蕾,等.沈阳地区花生田苗期蛴螬危害损失及防治指标[J].中国油料作物学报,2016,38(5):640-643.

[4] 商学惠,马丽君,张绍军.东北大黑鳃金龟发生规律和防治研究[J].植物保护学报,1981,8(2):95-100.

[5] 曹雅忠,李克斌.中国常见地下害虫图鉴[M].北京:中国农业科学技术出版社,2017.

[6] 刘大千,刘世薇,温鑫.东北地区粮食生产结构时空演变[J].经济地理,2019,39(5):163-170. DOI:10.15957/j.cnki.jjdl.2019.05.019.

[7] 华菊玲,李湘民.一种求解病虫害防治指标的新模型

[J].江西农业学报,1999,11(4):46-50.

[8] 王哲,钟涛,赵彤华,等.重要地下害虫东北大黑鳃金龟研究进展[J].环境昆虫学报,2019,41(5):1023-1030. DOI:10.3969/j.issn.1674-0858.2019.05.15.

[9] 许国庆,陈彦,王兴亚,等.大豆蚜对环境的适应及对大豆产量的影响[J].应用昆虫学报,2011,48(6):1638-1645.

[10] 王淑贤,谢俊英.朝阳地区大豆食心虫的防治指标研究[J].植保技术与推广,1995(5):7-8.

[11] 谢以泽,马祺,章云斐.秋季大豆豆荚螟为害损失与防治指标研究[J].浙江农业科学,2005,46(4):304-305. DOI:10.3969/j.issn.0528-9017.2005.04.027.

[12] 徐洪富,许永玉,牟吉元,等.第三代棉铃虫危害夏玉米和夏大豆防治指标的研究[J].山东农业大学学报,1999,30(3):277-279.

[13] 唐菊芬.大豆食叶害虫损失率测定和防治指标的改进[J].江苏农业科学,1986,(12):13-14+37.

[14] 刘炳文,刘寿山.花生蛴螬大面积综合防治[J].中国油料作物学报,1987,(1):73-74.

[15] 汤淮明.大豆田地下害虫—蛴螬的发生及防治对策[J].安徽农学通报,2006,12(13):182. DOI:10.3969/j.issn.1007-7731.2006.13.084.

[16] 王炬亮,朱信涵.大豆花期灌水防治蛴螬[J].中国油料,1983,(2):65-65.

[17] 樊继贵.白僵菌防治花生蛴螬[J].中国油料作物学报,1987,(2):69-72.

[18] 宋协松,徐秀娟,张孟光,等.花生蛴螬寄生蜂研究初报[J].中国油料,1980,(3):90-95.

[19] 管磊,任玉鹏,王晓坤,等.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[J].中国油料作物学报,2015,37(3):344-348. DOI:10.7505/j.issn.1007-9084.2015.03.013.

[20] 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. DOI:10.7505/j.issn.1007-9084.2018.02.014.

[21] 山东省菏泽地区农田蛴螬防治研究协作组.夏季防治豆田蛴螬研究初报[J].中国油料,1983,(1):55-56.

[22] 李晓,石程仁,鞠倩,等.蛴螬为害花生的产量损失及经济阈值研究[J].花生学报,2016,45(2):54-57,67. DOI:10.14001/j.issn.1002-4093.2016.02.010.

[23] 马艳华,李雪,曹雅忠,等.华北大黑鳃金龟幼虫对3种寄主植物根系分泌物的趋性反应[J].应用生态学报,2018,29(11):3838-3846. DOI:10.13287/j.1001-9332.201811.032.

(责任编辑:王丽芳)