

不同种子处理对苗期小麦草地贪夜蛾的室内防治效果

徐丽娜¹, 徐婷婷¹, 佟强¹, 胡本进¹, 毕思佳¹, 胡飞^{1*}, 王振营^{2*}

(1. 安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所, 合肥 230031; 2. 中国农业科学院植物保护研究所, 植物病虫害生物学国家重点实验室, 北京 100193)

摘要 草地贪夜蛾是入侵我国的重大农业害虫,其寄主植物范围广,对我国粮食生产安全构成重大威胁。本研究通过室内盆栽接虫试验,研究不同种衣剂包衣对苗期小麦草地贪夜蛾的防治效果。结果表明,4种种衣剂处理均能显著提高小麦出苗率,其中,480 g/L 四唑虫酰胺种子处理悬浮剂 10 mL/kg 处理,小麦出苗率最高,达到 97.78%,与对照相比增加了 21.38%。40%溴氰·噻虫嗪种子处理悬浮剂的保叶效果和防虫效果均表现良好,其中 4.5 mL/kg 种子包衣对小麦齐苗后 7、14 d 和 21 d 接虫处理的保叶效果分别为 76.12%、69.84%和 70.45%,而且,接虫后 14 d 全株调查时未见活虫,防虫效果达到 100%。随着接虫时间的推迟,含有双酰胺类药剂成分的各种衣剂处理对草地贪夜蛾为害麦苗的保叶效果有所下降,但均显著好于 600 g/L 吡虫啉种子处理悬浮剂。

关键词 草地贪夜蛾; 小麦; 种衣剂; 防治效果

中图分类号: S435.122 文献标识码: B DOI: 10.16688/j.zwbh.2021429

Laboratory control effects of different seed treatments against *Spodoptera frugiperda* of wheat seedling

XU Lina¹, XU Tingting¹, TONG Qiang¹, HU Benjin¹, BI Sijia¹, HU Fei^{1*}, WANG Zhenying^{2*}

(1. Institute of Plant Protection and Agro-products Safety, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China; 2. State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract *Spodoptera frugiperda* is an important invasive pest in China with a wide range of host plants, which may be a major threat to our grain production security. The indoor pot experiment was conducted in present study to evaluate the control effect of different seed-coating agents on *S. frugiperda* in seedling stage of wheat. The results showed that the wheat emergence rate had been significantly increased by four seed-coating agents. The highest wheat emergence rate reached 97.78% by treatment with 10 mL/kg of tetraniliprole 480 g/L FS, which increased by 21.38% compared with the control. Cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS performed good leaf protection effect and good control effect against *S. frugiperda*. The leaf protection effects of tetraniliprole 480 g/L FS at 4.5 mL/kg were 76.12%, 69.84% and 70.45% after wheat emergence of 7, 14 and 21 days, respectively, and no live insect was found in the whole plant 14 days after infestation, which revealed that the control effect reached 100%. With the delay of infestation time, the leaf protection effects of seed-coating agents containing diamide on wheat seedlings were decreased, but were significantly better than that of imidacloprid 600 g/L FS.

Key words *Spodoptera frugiperda*; wheat; seed-coating agent; control effect

2019 年 1 月,原产于美洲热带和亚热带地区的
重大农业害虫草地贪夜蛾 *Spodoptera frugiperda*

入侵我国^[1]。当年就扩散至全国 26 个省 1 524 个县,成为威胁我国粮食生产的重要害虫^[2]。

收稿日期: 2021-08-09 修订日期: 2021-11-04

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFD1400700)

* 通信作者 E-mail: 胡飞 hufly0224@163.com; 王振营 zywang@ippcaas.cn

寄主植物广是多食性草地贪夜蛾的主要为害特点之一,国外研究报道,除玉米、高粱、甘蔗等作物外,小麦也是草地贪夜蛾最喜欢产卵的作物之一^[3]。自 2019 年 9 月下旬以来,云南、安徽、江苏、河南、山东、四川等地麦田陆续查见草地贪夜蛾幼虫,云南寻甸县严重田块虫株率达 95% 以上^[4],安徽涡阳县最高虫量 125 头/m²^[5],江苏北部被害田块小麦百株被害率达 52.6%,平均百株活虫数 20.4 头^[6],四川会东县小麦被害株率为 43%,山东滕州小麦平均被害株率 57.6%,最高 77.9%^[7]。2020 年 10 月,安徽宿州、阜阳、蚌埠等地麦田又发现草地贪夜蛾为害冬麦苗的现象,严重田块草地贪夜蛾幼虫量高达 76 头/m²,部分田块被害后出现缺苗断垄现象,严重地块需要补种或重种。研究小麦苗期草地贪夜蛾的防控方法,对于小麦保苗意义重大。

种衣剂是作用于植物种子,具有特殊成膜性的农药制剂,其生产成本较低,对环境污染较小,同时能够提升种子的发芽率,对幼苗生长有促进作用^[8]。为此,本研究通过室内盆栽和人工接虫试验,评估不同种衣剂对苗期小麦草地贪夜蛾的防治效果及其对小麦出苗的安全性,以期为苗期小麦草地贪夜蛾有效防控提供技术支撑。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试药剂:480 g/L 四唑虫酰胺种子处理悬浮剂(FS)和 600 g/L 吡虫啉种子处理悬浮剂(FS)由拜耳作物科学(中国)有限责任公司提供;40% 溴酰·噻虫嗪种子处理悬浮剂(FS)由瑞士先正达作物保护有限公司提供;50% 氯虫苯甲酰胺悬浮种衣剂(FSC)由美国杜邦有限责任公司提供。

供试小麦:‘济麦 22’。

供试昆虫:用于室内接虫的草地贪夜蛾是安徽省农业科学院植物保护与农产品质量安全研究所生物防治团队于 2020 年采自安徽省太和县的新鲜虫卵,孵化后用人工饲料^[9]饲养,饲养条件为(27±1)℃,光周期 L//D=16 h//8 h,相对湿度(75±10)%,选择个体大小和发育一致的健康活泼的初孵幼虫供试。

1.2 试验方法

根据各药剂的推荐剂量(制剂用量)确定包衣剂

量,分别设置为:480 g/L 四唑虫酰胺种子处理悬浮剂 7.5 mL/kg 和 10 mL/kg;40% 溴酰·噻虫嗪悬浮种衣剂 3 mL/kg 和 4.5 mL/kg;50% 氯虫苯甲酰胺悬浮种衣剂 4.55 mL/kg 和 5.3 mL/kg;600 g/L 吡虫啉种子处理悬浮剂 6 mL/kg。以 10 mL 清水拌种为对照(CK)。将饱满、健康的小麦种子与适量药液装入自封袋中充分混合,待种子均匀着药后,倒出摊开置于通风处,晾干后备用。

试验共设 8 个处理,每处理 4 次重复,每重复 3 盆(直径 15 cm,高 18 cm)。每盆播种大小均匀种子 15 粒,以 50% 小麦出苗为出苗时间,7 d 后调查出苗率。待出苗率调查结束后进行定株,每盆保留健康且生长一致的小麦苗 10 株。齐苗后 7、14 d 和 21 d 分别进行草地贪夜蛾人工接虫,每株麦苗接初孵幼虫 2 头。置于温度为(18±1)℃,湿度为(50±10)%,光周期为 L//D=14 h//10 h 条件下培养。

1.3 调查内容及方法

出苗率:小麦出苗后 7 d,调查每盆小麦的出苗株数,计算出苗率。

草地贪夜蛾为害情况调查:分别于接虫后 1、3、5、7、10 d 和 14 d 对小麦叶片被害情况进行调查,根据草地贪夜蛾对小麦叶片的为害面积进行分级,统计各级被害株数,计算被害指数。

分级标准:1 级,叶片无受害;2 级,受害叶片面积≤2%;3 级,2%<叶片受害面积≤5%;4 级,5%<叶片受害面积≤15%;5 级,15%<叶片受害面积≤20%;6 级,20%<叶片受害面积≤30%;7 级,30%<叶片受害面积≤40%;8 级,40%<叶片受害面积≤50%;9 级,受害叶片面积>50%。

叶片被害指数和保叶效果计算公式如下:

叶片被害指数=Σ(被害级别×该级别小麦被害株数)/(调查总株数×最高被害级别)×100;

保叶效果=(空白对照叶片被害指数-处理叶片被害指数)/空白对照叶片被害指数×100%。

杀虫效果调查:接虫后第 14 天全株剥查统计每处理草地贪夜蛾活虫数,计算防虫效果,计算公式如下:

虫口减退率=(接虫基数-存活虫量)/接虫基数×100%;

防虫效果=(处理虫口减退率-对照虫口减退率)/(1-对照虫口减退率)×100%。

采用 Duncan 氏新复极差法对不同处理的出苗率、保叶效果和防虫效果进行差异显著性分析($P<0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同种子处理对小麦出苗的影响

调查结果表明,7 种种子处理对小麦出苗均无

药害表现,且与空白对照相比,种子处理能够显著提高小麦出苗率,平均增加 17.23%~21.38%,其中,480 g/L 四唑虫酰胺种子处理悬浮剂 10 mL/kg 处理后,小麦出苗率最高,达到 97.78%,比对照提高了 21.38%(表 1)。不同种子处理剂之间无显著性差异。

表 1 不同种衣剂处理对小麦出苗的影响¹⁾

Table 1 Effects of different seed-coating treatments on wheat emergence

药剂 Insecticide	制剂用量/ mL · kg ⁻¹ Dosage	小麦出苗率/% Emergence rate	较对照增加/% Increased rate compared with control
480 g/L 四唑虫酰胺 FS tetraniliprole 480 g/L FS	7.5	(95.56±0.20)a	18.62
480 g/L 四唑虫酰胺 FS tetraniliprole 480 g/L FS	10	(97.78±0.12)a	21.38
40%溴酞·噻虫嗪 FS cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS	3	(96.67±0.25)a	20.00
40%溴酞·噻虫嗪 FS cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS	4.5	(94.44±0.25)a	17.23
50%氯虫苯甲酰胺 FSC chlorantraniliprole 50% FSC	4.55	(97.22±0.22)a	20.68
50%氯虫苯甲酰胺 FSC chlorantraniliprole 50% FSC	5.3	(96.11±0.18)a	19.30
600 g/L 吡虫啉 FS imidacloprid 600 g/L FS	6	(95.56±0.31)a	18.62
对照 CK	10	(80.56±0.27)b	—

1) 对照表中数据为平均值±标准误。同列数据后不同字母表示在 0.05 水平差异显著(Duncan 氏新复极差法)。下同。

Data in the table are mean±SE. Data followed by different letters in the same column indicate significant difference at 0.05 levels by Duncan's new multiple range test. The same applies below.

2.2 不同种子处理对草地贪夜蛾的防治效果

小麦齐苗后 7 d 接虫的试验结果表明,40%溴酞·噻虫嗪 FS 处理对小麦的保叶效果最好,包衣剂量分别为 3 mL/kg 和 4.5 mL/kg 的保叶效果分别为 75.82%和 76.12%。480 g/L 四唑虫酰胺 FS 和 50%氯虫苯甲酰胺 FSC 不同剂量处理对小麦的保叶效果为 71.47%~75.82%。同一种衣剂不同浓度的保叶效果随浓度的增加有所提高,但不同浓度的保叶效果无显著性差异。3 种双酰胺类种衣剂不同浓度处理对小麦叶片的保叶效果均显著高于 600 g/L 吡虫啉 FS 处理,但三者之间无显著差异。

齐苗后 14 d 接虫的试验结果表明,3 种双酰胺类种衣剂的保叶效果为 56.35%~69.88%,与齐苗 7 d 后接虫结果相比,保叶效果有所下降,但仍显著高于 600 g/L 吡虫啉 FS 处理。480 g/L 四唑虫酰胺 FS 10 mL/kg 和 40%溴酞·噻虫嗪 FS 4.5 mL/kg 种子处理对小麦的保叶效果分别为 69.88%和 69.84%,显著高于其他处理。

齐苗后 21 d 接虫的试验结果显示,3 种双酰胺类种衣剂的保叶效果为 38.31%~70.45%。40%溴酞·噻虫嗪 FS 4.5 mL/kg 处理的保叶效果为

70.45%,显著高于其他处理。随着接虫时间的推迟,不同种子处理对草地贪夜蛾为害小麦的保叶效果均有所下降,但均显著优于 600 g/L 吡虫啉 FS (表 2)。

研究结果表明,480 g/L 四唑虫酰胺 FS、40%溴酞·噻虫嗪 FS 和 50%氯虫苯甲酰胺 FSC 3 种种衣剂的不同浓度处理小麦种子对齐苗后 7、14 d 和 21 d 分别接入草地贪夜蛾初孵幼虫的防治效果基本达到 50%以上,防治效果良好,但 600 g/L 吡虫啉 FS 处理后无防治效果。

接虫后第 14 天全株剥查各处理草地贪夜蛾活虫数。结果表明(表 3),齐苗后 7、14、21 d 接虫,480 g/L 四唑虫酰胺 FS、40%溴酞·噻虫嗪 FS 和 50%氯虫苯甲酰胺 FSC 的不同浓度处理对草地贪夜蛾的防虫效果均显著高于 600 g/L 吡虫啉 FS 处理。虽然随着接虫时间的推迟,不同处理对草地贪夜蛾的防虫效果有所下降,但除 600 g/L 吡虫啉 FS 外,其他处理对草地贪夜蛾的防治效果均能达到 68%以上。其中,40%溴酞·噻虫嗪 FS 4.5 mL/kg 种子处理,3 个时期接虫处理均未发现草地贪夜蛾活虫,该处理的防治效果达到 100%。

表 2 不同种衣剂处理对小麦的保叶效果

Table 2 Leaf protection effect of different seed-coating treatments on wheat

药剂 Insecticide		制剂用量/ mL · kg ⁻¹ Dosage	保叶效果/% Leaf protection efficacy		
			齐苗后 7 d 接虫 Infestation after 7 days	齐苗后 14 d 接虫 Infestation after 14 days	齐苗后 21 d 接虫 Infestation after 21 days
480 g/L 四唑虫酰胺 FS	tetraniliprole 480 g/L FS	7.5	(71.75±2.08)a	(56.35±2.14)c	(38.31±3.83)c
480 g/L 四唑虫酰胺 FS	tetraniliprole 480 g/L FS	10	(75.82±0.49)a	(69.88±0.58)a	(55.23±1.62)b
40%溴酞·噻虫嗪 FS	cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS	3	(75.82±0.49)a	(61.44±2.29)bc	(58.96±1.53)b
40%溴酞·噻虫嗪 FS	cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS	4.5	(76.12±0.72)a	(69.84±0.87)a	(70.45±1.02)a
50%氯虫苯甲酰胺 FSC	chlordantraniliprole 50% FSC	4.55	(71.47±0.94)a	(60.90±1.32)bc	(54.65±0.58)b
50%氯虫苯甲酰胺 FSC	chlordantraniliprole 50% FSC	5.3	(73.82±1.60)a	(63.42±2.07)b	(56.72±0.45)b
600 g/L 吡虫啉 FS	imidacloprid 600 g/L FS	6	(0.59±2.15)b	(4.80±1.39)d	(-7.83±3.10)d

表 3 不同种衣剂处理对草地贪夜蛾的防治效果

Table 3 Control effect of different seed-coating treatments against *Spodoptera frugiperda*

药剂 Insecticide		制剂用量/ mL · kg ⁻¹ Dosage	防治效果/% Control efficacy		
			齐苗后 7 d 接虫 Infestation after 7 days	齐苗后 14 d 接虫 Infestation after 14 days	齐苗后 21 d 接虫 Infestation after 21 days
480 g/L 四唑虫酰胺 FS	tetraniliprole 480 g/L FS	7.5	(96.43±3.09)a	(78.82±5.11)b	(68.40±8.87)b
480 g/L 四唑虫酰胺 FS	tetraniliprole 480 g/L FS	10	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(89.33±4.90)a
40%溴酞·噻虫嗪 FS	cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS	3	(100.00±0.00)a	(93.75±3.13)a	(85.64±5.95)a
40%溴酞·噻虫嗪 FS	cyantraniliprole · thiamethoxam 40% FS	4.5	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a	(100.00±0.00)a
50%氯虫苯甲酰胺 FSC	chlordantraniliprole 50% FSC	4.55	(100.00±0.00)a	(93.75±3.13)a	(87.15±4.62)a
50%氯虫苯甲酰胺 FSC	chlordantraniliprole 50% FSC	5.3	(96.43±3.09)a	(96.88±2.71)a	(91.25±3.60)a
600 g/L 吡虫啉 FS	imidacloprid 600 g/L FS	6	(28.39±3.68)b	(15.28±2.82)c	(32.53±5.30)c

3 讨论

2019 年 9 月下旬以来,云南、安徽、江苏、河南、山东、四川等地麦田陆续查见草地贪夜蛾幼虫为害小麦。2020 年安徽宿州、阜阳、蚌埠部分麦田再次发现草地贪夜蛾在小麦田为害,局部麦田出现缺苗断垅现象,调查发现严重地块草地贪夜蛾幼虫可达 76 头/m²。室内研究发现,草地贪夜蛾可以在小麦上完成生活史,对小麦和玉米的取食选择性、取食小麦和玉米的幼虫日均虫重均无显著差异^[10]。草地贪夜蛾可从小麦苗期至灌浆期持续为害,以苗期小麦最易受害^[4],对我国小麦生产存在潜在威胁。

种子处理是防治小麦苗期病虫害的重要手段,吡虫啉微囊悬浮种衣剂有效成分用量 2 g/kg 和 4 g/kg 种子处理,对小麦拔节期蚜虫(药后 175 d)的防效分别为 92.46%和 95.32%,对小麦灌浆期蚜虫(药后 205 d)的防效分别为 84.00%和 85.07%^[11];30%噻虫嗪 FS 在水中分散性良好、包衣均匀一致、色泽鲜

亮、易干燥,在使用剂量为 300 g/100 kg~400 g/100 kg 种子时,防效均大于 85%,可以用来防治小麦蚜虫^[12]。本研究发现,3 种双酰胺类药剂,40%溴酞·噻虫嗪 FS、480 g/L 四唑虫酰胺 FS 和 50%氯虫苯甲酰胺 FSC 对小麦苗期草地贪夜蛾均有较好的防治效果,并且都能够促进种子发芽,安全性好。其中,40%溴酞·噻虫嗪 FS 处理对草地贪夜蛾的防治效果最好,而且具有较长的持效性。但目前常用的小麦种衣剂 600 g/L 吡虫啉 FS 对小麦草地贪夜蛾几乎无效。结果表明,双酰胺类种衣剂对小麦苗期为害的草地贪夜蛾具有较好的防治效果。因此建议在草地贪夜蛾为害严重年份或地区,小麦播种前使用双酰胺类种衣剂进行拌种处理,可有效防控草地贪夜蛾对麦苗的为害。

参考文献

[1] 姜玉英,刘杰,朱晓明. 草地贪夜蛾侵入我国的发生动态和未来趋势分析[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2): 33-35.

(下转 360 页)

点及原因分析[J]. 广西植保, 2009, 22(1): 34-35.

[7] 陈洪存, 张淑贤, 张汉友, 等. 唐海县水稻胡麻斑病的发生与防治措施[J]. 植物医生, 2010, 23(1): 4-6.

[8] PHELPS R H, SHAND C R. Brown leaf spot disease and fertilizer interaction in irrigated rice growing on different soil types [J]. Fertilizer Research, 1995, 42(1-3): 117-121.

[9] 陈永萱, 任欣正, 方中达. 稻瘟病菌和胡麻斑病菌碳氮营养的比较研究[J]. 植物病理学报, 1964(2): 165-174.

[10] 瓮巧云, 张红杰, 张爱香, 等. 谷子胡麻斑病菌分离及室内药剂筛选试验[J]. 广东农业科学, 2012, 39(2): 74-75.

[11] 秦忠, 肖耀忠. 不同药剂防治水稻胡麻斑病试验简报[J]. 上海农业科技, 2012, 4(1): 109.

[12] 韩民利, 何永祥, 祁开利. 30%世苗乳油对稻胡麻斑病的防治效果[J]. 河北农业科学, 2007, 4(1): 55-56.

[13] 潘连富, 赖大欣. 70%安泰生可湿性粉剂对水稻纹枯病、胡麻叶斑病田间防治效果试验[J]. 广西农业科学, 2009, 40(9): 1160-1162.

[14] 赵朝明, 李品清. 晚稻穗期喷施 70%丙森锌可湿性粉剂防治水稻胡麻叶斑病和增产效应试验[J]. 广西农学报, 2011, 26(1): 14-16.

[15] 冯思琪, 张亚玲. 黑龙江水稻胡麻叶斑病菌病原菌的分离鉴定及生物学特性[J]. 中国植保导刊, 2019, 39(2): 17-23.

[16] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.

[17] 冯爱卿, 陈深, 朱小源, 等. 10 种杀菌剂对水稻稻叶褐条斑病菌的室内毒力[J]. 植物保护, 2014, 40(4): 193-197.

[18] International Rice Research Institute. Standard evaluation system for rice [M]. 5th ed. Manila: IRRI, 2014: 21.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 347 页)

[10] TANG Wei, CHEN Jie, YU Xiaoyue, et al. Growth, fecundity, and competition between aryloxyphenoxy-propionate-resistant and-susceptible Asia minor bluegrass (*Polypogon fugax*) [J]. Weed Science, 2019, 67(5): 546-551.

[11] 中华人民共和国农业部. 农药室内生物测定试验准则 除草剂第 6 部分: 对作物的安全性试验 土壤喷雾法: NY/T 1155.6-2006 [S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.

[12] YANG Yongjie, CHEN Jiangmin, HUANG Qina, et al. Can liming reduce cadmium (Cd) accumulation in rice (*Oryza sativa*) in slightly acidic soils? A contradictory dynamic equilibrium between Cd uptake capacity of roots and Cd immobilization in soils [J]. Chemosphere, 2018, 193: 547-556.

[13] 中华人民共和国农业部. 农药田间药效试验准则(一)除草剂防治水稻田杂草: GB/T 17980.40-2000 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2000.

[14] 罗锡文, 廖娟, 胡炼, 等. 提高农业机械化水平促进农业可持续发展[J]. 农业工程学报, 2016, 32(1): 1-11.

[15] FAROOQ M, SIDDIQUE K H M, REHMAN H, et al. Rice direct seeding: experiences, challenges and opportunities [J]. Soil & Tillage Research, 2011, 111(2): 87-98.

[16] 江荣昌. 稗草主要生物学特性及其防除[J]. 植物生态学与地植物学学报, 1991, 15(4): 366-373.

[17] 张建萍, 唐伟, 于晓玥, 等. 机直播稻“播喷同步”机械化除草技术中的种子处理方法[J]. 黑龙江农业科学, 2020(1): 74-77.

[18] 张建萍, 马国兰, 周治中, 等. 机直播水稻“播喷同步”机械除草技术在湖南早稻生产中的应用[J]. 湖南农业科学, 2018(4): 56-59.

(责任编辑: 田 喆)

(上接 351 页)

[2] 姜玉英, 刘杰, 谢茂昌, 等. 2019 年我国草地贪夜蛾扩散为害规律观测[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 10-19.

[3] PITRE H N, MULROONEY J E, HOGG D B. Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) oviposition: crop preferences and egg distribution on plants [J]. Journal of Economic Entomology, 1983, 76(3): 463-466.

[4] 杨现明, 孙小旭, 赵胜园, 等. 小麦田草地贪夜蛾的发生为害、空间分布与抽样技术[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 10-16.

[5] 徐丽娜, 胡本进, 苏卫华, 等. 安徽发现草地贪夜蛾为害早播小麦[J]. 植物保护, 2019, 45(6): 87-89.

[6] 李艳朋, 李猛, 刘鸿恒, 等. 草地贪夜蛾在江苏北部早播麦田的发生与防治[J]. 植物保护, 2020, 46(2): 212-215.

[7] 张智, 林培炯, 陈智勇, 等. 小麦中后期草地贪夜蛾为害特征观察[J]. 植物保护, 2021, 47(5): 297-301.

[8] 詹振亮. 关于小麦种子包衣防治病虫害技术的研究[J]. 种子科技, 2020, 38(19): 99-100.

[9] GREENE G L, LEPPLA N C, DICKERSON W A. Velvetbean caterpillar: A rearing procedure and artificial medium [J]. Journal of Economic Entomology, 1976, 69(4): 487-488.

[10] 王芹芹, 崔丽, 王立, 等. 草地贪夜蛾对小麦的为害风险: 取食为害性及解毒酶活性变化初探[J]. 植物保护, 2020, 46(1): 63-68.

[11] 李广兴, 袁会珠. 吡虫啉微囊种衣剂在小麦田中的剂量动态及对蚜虫防效研究[J]. 中国植保导刊, 2015, 35(10): 13-17.

[12] 赵飞, 张苗, 李霞, 等. 不同浓度噻虫嗪种子处理悬浮剂防治小麦蚜虫效果研究[J]. 种子科技, 2016, 34(11): 116-117.

(责任编辑: 田 喆)