



张国, 于居龙, 束兆林, 张建华, 姚克兵, 方继朝, 罗光华, 吴进才, 戈林泉. 三氟苯嘧啶不同种子处理方式对稻飞虱的控制效应 [J]. 环境昆虫学报, 2021, 43 (2): 507–515.

## 三氟苯嘧啶不同种子处理方式对稻飞虱的控制效应

张 国<sup>1</sup>, 于居龙<sup>1</sup>, 束兆林<sup>1\*</sup>, 张建华<sup>1</sup>, 姚克兵<sup>1</sup>, 方继朝<sup>2</sup>,  
罗光华<sup>2</sup>, 吴进才<sup>3</sup>, 戈林泉<sup>3</sup>

(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, 南京 210014;  
3. 扬州大学园艺与植物保护学院, 江苏扬州 225009)

**摘要:** 为探明三氟苯嘧啶不同种子处理方式对稻飞虱的田间防治效果、防治时长以及对稻田蜘蛛和水稻的安全性, 为该药剂种子处理防治稻飞虱提供科学依据, 本研究设置 10% 三氟苯嘧啶悬浮剂按不同浓度 (0.375、0.75、1.125 和 1.5 g a.i. / kg 种子) 对水稻种子分别以干种子拌种 (干拌)、清水浸种后拌种 (湿拌) 和药剂浸种 3 种方式, 清水处理作为空白对照。结果表明, 3 种处理方式下的水稻发芽率和出苗率均与空白对照间无显著差异, 播种后 100 d, 各浓度对稻飞虱的防治效果均在 90% 以上; 当药剂浓度相同时, 干拌与湿拌防治时长要优于药剂浸种; 不同浓度三氟苯嘧啶药剂处理在 3 种方式下稻田蜘蛛种群数量均略低于空白对照田蜘蛛数量。因此, 水稻生产中使用三氟苯嘧啶 0.375~1.5 g a.i. / kg 种子干拌或湿拌处理, 可有效降低田间稻飞虱种群数量, 对天敌蜘蛛影响较小, 对水稻种子发芽、出苗安全, 可在水稻生产中推广使用。

**关键词:** 种子处理; 三氟苯嘧啶; 稻飞虱; 防治效果; 安全性

中图分类号: Q965.9; S433

文献标识码: A

文章编号: 1674-0858 (2021) 02-0507-09

## Control effects on rice planthopper ( Hemiptera: Delphacidae) and safety evaluation of natural enemies by seed treatment with triflumezopyrim in different ways

ZHANG Guo<sup>1</sup>, YU Ju-Long<sup>1</sup>, SHU Zhao-Lin<sup>1\*</sup>, ZHANG Jian-Hua<sup>1</sup>, YAO Ke-Bing<sup>1</sup>, FANG Ji-Chao<sup>2</sup>, LUO Guang-Hua<sup>2</sup>, WU Jin-Cai<sup>3</sup>, GE Lin-Quan<sup>3</sup> (1. Institute of Zhenjiang Agricultural Sciences Jiangsu Hilly Region, Jurong 212400, Jiangsu Province, China; 2. Institute of Plant Protection, Jiangsu Academy of Agricultural Sciences, Nanjing 210014, China; 3. Horticulture and Plant Protection College, Yangzhou University, Yangzhou 225009, Jiangsu Province, China)

**Abstract:** In this paper, the effects of seed treatment with 10% triflumezopyrim SC against rice planthoppers in different ways were explored, and its influence on natural enemies and rice seeds were evaluated to provide scientific basis for the promotion and application of it. The 10% triflumezopyrim SC which the effective doses were 0.375, 0.75, 1.125 and 1.5 g/kg seeds respectively was used to treat the rice seeds in three different ways, dry seeds dressing, wet seeds dressing and presoaking. The blank control was clean water. Germination rate and emergence rate were tested on the 7<sup>th</sup> day and 15<sup>th</sup> day after the seeds were mixed with drugs. Field survey was conducted to test its effectiveness and safety to predator

基金项目: 江苏省农业科技自主创新资金项目 [CX (18) 3058]; 江苏现代农业 (稻麦) 产业技术体系项目 [JATS [2019] 269]

作者简介: 张国, 男, 博士, 助理研究员, 主要从事水稻虫害综合治理研究工作, E-mail: guo871015@126.com

\* 通讯作者 Author for correspondence: 束兆林, 本科, 研究员, 主要从事粮油作物病虫害防治研究, E-mail: Shuzl2005@163.com

收稿日期 Received: 2020-07-15; 接受日期 Accepted: 2020-09-02

spiders and rice. The results showed that there were no significant differences showed on rice seed's germination rate and emergence rate between treatment group and blank control ( $P > 0.05$ ) by three different seed treatment ways. When effective dose was  $\geq 0.375$  g a.i./kg seeds, the control effects of rice planthoppers were more than 90.00% 100 d after sowing. When effective dose was same, effective period of dry seeds dressing and wet seeds dressing were both longer than presoaking. For survey on spiders with three different ways, the number of spiders were all lower than CK. Recommend Usage Dry or wet seeds dressing with 10% triflumezopyrim SC at effective dose 0.375 ~ 1.5 g/kg seeds was recommended, they could reduce the number of rice planthoppers in rice field. They were safe to rice and had little influence on natural enemies spiders, so they could be promoted and applied in rice planting.

**Key words:** Seed treatment; triflumezopyrim; rice planthopper; control effect; safety

种子处理是农作物上一种常用的防治病虫害的方法,其以用量准确、变化系数小、药剂在种子上保留时间长、持效期长、降低农药用药量及减少环境污染等优点,得到了迅速发展和广泛应用(张静和胡立勇,2012)。一直以来,种子处理对于确保粮食高产、提高作物品质有着至关重要的作用。种子处理就是使用物理、化学或生物等技术来保护种子和作物,控制病虫害,确保作物生长健壮,达到高质、高产。其中,以化学药剂处理种子是国内外应用最广泛的处理手段,特别是在玉米、小麦、棉花等旱作物上常以化学药剂拌种包衣来防治主要病虫害(王喆等,2017;迟元凯等,2018;孙斌等,2019;张涵等,2020)。与旱作物不同,水稻常于高温、高湿的环境中生长,在其生长过程中,药剂水解、光解等因素均有可能限制拌种包衣后有效药量的吸收及利用,从而影响对害虫的防治效果(Stark et al., 1995),因此水稻上化学药剂种子处理多用于水稻苗期病虫害及种传病害的防治(康敏等,2016;杨红福等,2018),而对水稻移栽后病虫害的防治则研究较少。

三氟苯嘧啶(Triflumezopyrim),是杜邦公司开发的新型介离子类或两性离子类杀虫剂,亦为新型嘧啶酮类化合物,作用于烟碱乙酰胆碱受体(nAChR),但其作用机理不同于现有新烟碱类杀虫剂对受体的活化作用,三氟苯嘧啶通过竞争性结合nAChR上的正构位结合位点抑制受体,从而减少受药昆虫的神经冲动或阻断神经传递,最终影响害虫取食、生殖等正常生理行为导致死亡(Cordova et al., 2016; Holyoke et al., 2017)。三氟苯嘧啶杀虫谱广,对飞虱和叶蝉种群均有显著防效,尤其是在防治对吡虫啉等新烟碱类杀虫剂产

生代谢抗性的稻飞虱中表现出较高活性,且对天敌安全(Kumar et al., 2017; Suri and Makkar, 2018; Zhu et al., 2018)。大量研究表明,利用三氟苯嘧啶喷雾防治稻飞虱,在施药30~60 d后,防治效果仍在85%以上(唐涛等,2016;梁锋等,2017;韦世训等,2018;张国等,2019)。由此可见,三氟苯嘧啶对稻飞虱不仅具有良好的防治效果,其防治时长也表现出明显的优势。那么该药剂以种子处理的方式来防治稻飞虱是否也具有上述的防治效果与较长持效期呢?因此,本研究利用10%三氟苯嘧啶SC分别以干种子拌种(干拌)、清水浸种后拌种(湿拌)以及药剂浸种3种方式处理水稻种子,来评价该药剂在3种处理方式下对稻飞虱的田间防治效果及对水稻和天敌蜘蛛的安全性,为该药剂拌种水稻防治稻飞虱提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验药剂为10%三氟苯嘧啶悬浮剂(Triflumezopyrim, SC),美国杜邦公司产品。水稻品种为南粳9108。

### 1.2 试验田基本情况

试验田位于江苏省镇江市农业科学院农业科技创新中心基地(119.3111° E, 31.9646° N),地势平整,灌溉排水方便,面积大小为0.13 ha。试验田稻飞虱(白背飞虱 *Sogatella furcifera* (Horváth)、灰飞虱 *Laodelphax striatellus* (Fallén)以及褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål))以白背飞虱为优势种群,天敌以狼蛛、微蛛、肖蛛等蜘蛛为优势种群。

### 1.3 试验方法

#### 1.3.1 试验设计

每种处理方式设置 5 个处理, 处理 1: 10% 三氟苯嘧啶 SC 拌种, 药剂用量为 0.375 g a.i. /kg 种子 (低浓度); 处理 2: 10% 三氟苯嘧啶 SC 拌种, 药剂用量为 0.75 g a.i. / kg 种子 (中浓度); 处理 3: 10% 三氟苯嘧啶 SC 拌种, 药剂用量为 1.125 g a.i. / kg 种子 (中高浓度); 处理 4: 10% 三氟苯嘧啶 SC 拌种, 药剂用量为 1.5 g a.i. / kg 种子 (高浓度); 处理 5: 清水处理, 不使用任何药剂 (CK)。

#### 1.3.2 种子处理方式

种子处理方式为 3 种, 分别是干种子药剂拌种 (干拌)、清水浸种后药剂拌种 (湿拌) 以及药剂浸种。其中干拌和湿拌均采用人工拌种的方法, 按照药种质量比为 1:25 的比例进行拌种 (于居龙等, 2019)。具体处理方式如下: (1) 干拌: 按试验设计分别量取不同剂量 10% 三氟苯嘧啶 SC 并加入酸性大红 (指示剂, 对种子安全), 余量用清水补齐。将称取的干种子与药液同时加入一次性加厚塑料袋 (20 cm × 40 cm) 中, 快速翻动混匀, 使种子与药液充分接触, 待整个袋子中种子呈现均匀红色后倒出平铺于纸上, 阴干备用。(2) 湿拌: 称取一定量水稻种子置于网袋中, 清水浸种 60 h 后取出, 置于阴凉处沥干 24 h, 后采用与干拌相同的方式将沥干的种子与药剂拌匀, 取出平铺于纸上, 阴干备用。(3) 药剂浸种: 按照药液与水稻种子比例为 3:2 进行浸种 (梁晓娣等, 2018), 按试验设计分别量取不同剂量 10% 三氟苯嘧啶 SC, 余量用清水补齐, 将称取的水稻种子置于药液中浸泡 60 h 后取出, 放于阴凉处沥干备用。

#### 1.3.3 种子处理田间试验

2018 年 5 月 21 日播种, 6 月 20 日机插秧移栽至大田。水稻种植方式为机插秧, 对应的用种量为 60 kg/ha。按照 1.3.1 的试验设计处理, 根据 1.3.2 中描述的方法, 分别进行种子处理。确保每个浓度处理面积在 200 m<sup>2</sup> 以上, 每个浓度处理分别设 3 个重复小区, 小区之间利用泥埂隔开, 防止田水串流。

稻飞虱田间调查始于 7 月 12 日, 采用盘拍法, 以 33 cm × 45 cm 白搪瓷盘做载体, 每隔 7 d 调查一次, 平行跳跃取样, 每点调查 2 穴水稻, 每个小区调查 10 个点, 每个处理重复 3 次, 记录不同处理稻飞虱田间虫量, 并计算防治效果。同时调

查田间各处理蜘蛛种群数量, 包括狼蛛、微蛛、肖鞘蛛、球腹蛛及跳蛛等种类, 调查方法同稻飞虱, 目测试验药剂对水稻是否有药害, 并记载药害的类型和危害程度。

计算公式如下:

防治效果(%) =

$$\frac{\text{空白对照组百穴虫量} - \text{处理组百穴虫量}}{\text{空白对照组百穴虫量}} \times 100$$

#### 1.4 种子处理安全性试验

分别将不同浓度三氟苯嘧啶药剂及清水以干拌、湿拌和药剂浸种的方式进行处理, 待种子药剂充分混匀阴干后, 各处理均选取 100 粒左右籽粒饱满的稻种置于铺有三层湿润滤纸的培养皿中, 后放置于人工气候培养箱中 35℃ 条件下培养 24 h, 之后调整为 25℃ 继续培养, 于 7 d 后记录水稻种子的发芽数和未发芽数并计算发芽率, 每个处理重复 3 次。同时各处理均选取 100 粒籽粒饱满的稻种, 均匀点播于塑料育秧盘中, 以薄土层覆盖, 保持湿润, 放置于室内暗化处理 5 d, 后将秧盘转移至室外育苗并覆盖无纺布, 发芽及出苗期间及时补水, 播种 15 d 后调查水稻出苗数并计算出苗率, 每个处理重复 3 次。发芽率和出苗率计算公式如下:

$$\text{发芽率/出苗率}(\%) = \frac{\text{发芽种子数/出苗数}}{\text{种子总粒数}} \times 100$$

#### 1.5 数据处理

利用 Microsoft Excel 2010 与 SPSS Statistics 20 数据处理系统软件对试验数据进行统计, 并以单因素方差分析 (ANOVA) 中的 Tukey 法 (数据满足方差齐性检验的要求) 对水稻种子发芽率、出苗率以及稻飞虱防治效果进行差异显著性分析 (张国等, 2019)。

## 2 结果与分析

#### 2.1 不同种子处理方式对发芽及出苗的影响

发芽率试验结果表明, 干拌条件下, 空白对照发芽率最高, 为 94.23%, 但与不同浓度 10% 三氟苯嘧啶 SC 处理间无显著差异 ( $P > 0.05$ , 下同); 湿拌及药剂浸种条件下, 各处理发芽率均在 90% 以上, 不同浓度 10% 三氟苯嘧啶 SC 处理与空白对照均无显著差异 (表 1)。出苗率试验结果显示, 3 种种子处理方式, 不同浓度 10% 三氟苯嘧啶 SC 处理与空白对照均无显著差异 (表 2)。

表 1 不同种子处理方式下水稻发芽率

Table 1 Germination of seed treatment in different ways on rice planthoppers

处理 Treatment	药剂 Insecticide	使用剂量 Dosage	干拌 Dry seeds dressing	湿拌 Wet seeds dressing	药剂浸种 Presoaking
1	三氟苯嘧啶 Triflumezopyrim	低浓度 Low concentration	92.31 ± 1.81 a	94.59 ± 1.21 a	93.86 ± 1.65 a
2		中浓度 Medium concentration	93.54 ± 1.03 a	95.95 ± 1.57 a	92.86 ± 1.74 a
3		中高浓度 Medium-high concentration	93.64 ± 0.85 a	91.42 ± 1.61 a	91.66 ± 1.82 a
4		高浓度 High concentration	91.89 ± 1.04 a	92.74 ± 2.11 a	94.18 ± 1.82 a
5	清水 Water	—	94.23 ± 1.38 a	93.38 ± 1.63 a	93.38 ± 1.63 a

注: 表中数据为 3 次重复平均数, 不同小写字母为 5% 显著性差异, 下同。Note: Germination of each treatment was the average of three replicates. Different lowercase letters indicated significant differences at 5%. The same below.

表 2 不同种子处理方式下水稻出苗率

Table 2 Emergence of seed treatment in different ways on rice planthoppers

处理 Treatment	药剂 Insecticide	使用剂量 Dosage	干拌 Dry seeds dressing	湿拌 Wet seeds dressing	药剂浸种 Presoaking
1	三氟苯嘧啶 Triflumezopyrim	低浓度 Low concentration	89.67 ± 2.02 a	91.33 ± 1.20 a	92.00 ± 1.53 a
2		中浓度 Medium concentration	86.67 ± 2.85 a	89.67 ± 0.33 a	92.67 ± 0.88 a
3		中高浓度 Medium-high concentration	85.33 ± 2.40 a	91.67 ± 1.67 a	90.67 ± 0.33 a
4		高浓度 High concentration	84.00 ± 1.73 a	90.33 ± 1.76 a	91.67 ± 1.20 a
5	清水 Water	—	87.00 ± 2.08 a	93.33 ± 0.88 a	93.33 ± 0.88 a

## 2.2 不同种子处理方式对田间稻飞虱的防治效果

干拌处理, 自调查日期起至播种后 86 d, 不同浓度 10% 三氟苯嘧啶 SC 对稻飞虱的田间防效均在 95% 以上, 且各处理间均无显著差异; 播种后 93 d, 低浓度处理对稻飞虱的防治效果为 96.08%, 显著低于中高浓度和高浓度处理, 但与中浓度处理无显著差异; 播种后 100 d, 各处理间无显著差异; 播种后 107 d, 低浓度处理对稻飞虱的防治效果下降为 92.71%, 显著低于中浓度和中高浓度处理, 但与高浓度处理无显著差异; 播种后 114 d, 低浓度处理对稻飞虱的防治效果已不足 90%, 显著低于高浓度处理; 播种后 121 d, 低浓度处理对稻飞虱的防治效果下降至 66.69%, 显著低于其他 3 种浓度对稻飞虱的防治效果 (图 1-A)。

湿拌处理, 播种后 79 d, 不同浓度三氟苯嘧啶对稻飞虱的防治效果均为 100%; 播种后 86 d, 低浓度处理对稻飞虱防治效果显著低于其他 3 种浓度, 但其防治效果仍高达 95.52%; 播种后 93 d 至 100 d, 不同浓度三氟苯嘧啶对稻飞虱的防治效果均在 95% 以上, 且各处理间无显著差异; 播种后 107 d 至调查结束, 低浓度处理对稻飞虱的防治效果逐渐下降, 防效显著低于其他 3 种浓度 (图 1-B)。

药剂浸种, 播种后 72 d, 不同浓度三氟苯嘧啶对稻飞虱的防治效果均在 95% 以上, 且处理间无显著差异; 播种后 79 d 至 86 d, 低浓度处理对稻飞虱的防治效果有所下降, 显著低于其他 3 种浓度; 播种后 93 d 至 100 d, 不同浓度三氟苯嘧啶对稻飞虱的防治效果均在 90% 以上, 各处理间无

显著差异; 播种后 107 d, 低浓度三氟苯嘧啶防治效果下降至 79.70%, 显著低于其他 3 种浓度; 播种后 114 d, 低浓度处理防治效果为 65.50%, 显

著低于中高浓度处理, 但与其它两种浓度无显著差异; 播种后 121 d, 各处理防效均降至 60% 以下, 且处理间无显著差异 (图 1-C)。

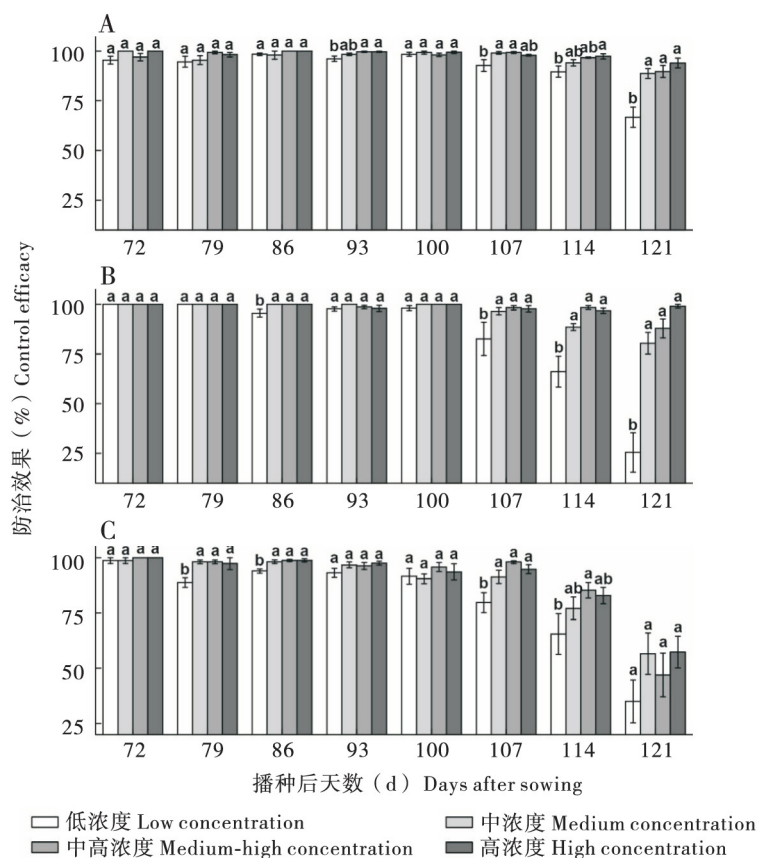


图 1 不同种子处理方式对稻飞虱的防治效果

Fig. 1 Control effect of seed treatment in different ways on rice planthoppers

注: A, 干种拌种; B, 湿种拌种; C, 药剂浸种。Note: A, Dry seeds dressing with triflumezopyrim;

B, Wet seeds dressing with triflumezopyrim; C, Presoaking with triflumezopyrim.

### 2.3 不同浓度药剂种子处理对田间稻飞虱的防治效果

低浓度三氟苯嘧啶种子处理, 播种后 72 d, 3 种方式防治效果均在 95% 以上, 不同处理方式间无显著差异; 播种后 79 d, 药剂浸种对稻飞虱的防效下降至 88.77%, 显著低于湿拌处理, 但与干拌处理无显著差异; 播种后 86 d 至 107 d, 药剂浸种对稻飞虱的田间防治效果持续下降, 显著低于干拌处理和湿拌处理; 播种后 114 d, 药剂浸种对稻飞虱的防治效果降至 65.50%, 显著低于干拌处理, 但与湿拌处理无显著差异; 播种后 121 d, 湿拌处理和药剂浸种对稻飞虱的防效均在 35% 左右, 显著低于干拌处理 (图 2-A)。

中浓度三氟苯嘧啶种子处理, 自调查日起至播种后 86 d, 3 种处理方式对稻飞虱的田间防治效果均在 95% 以上, 且不同处理方式间无显著差异;

播种后 93 d 至调查结束, 药剂浸种对稻飞虱的防治效果均显著低于其他两种处理方式, 防效随时间推移逐渐下降 (图 2-B)。中高浓度和高浓度三氟苯嘧啶种子处理, 直至播种后 114 d, 药剂浸种对稻飞虱的防治效果才显著低于其他两种处理方式, 但防治效果仍在 80% 以上; 播种后 121 d, 两种浓度药剂浸种对稻飞虱的防效均不足 60%, 显著低于其他两种处理方式 (图 2-C, D)。

### 2.4 不同种子处理方式对稻田蜘蛛的影响

调查结果表明, 3 种处理方式下, 不同浓度三氟苯嘧啶种子处理稻田蜘蛛百丛虫量均低于对照田块。不同之处在于, 干拌处理, 空白对照与药剂处理田蜘蛛百丛虫量均呈现缓慢上升趋势, 至播种后 121 d, 百丛虫量达到峰值; 湿拌处理, 空白对照田至播种后 100 d 百丛蜘蛛虫量基本保持不

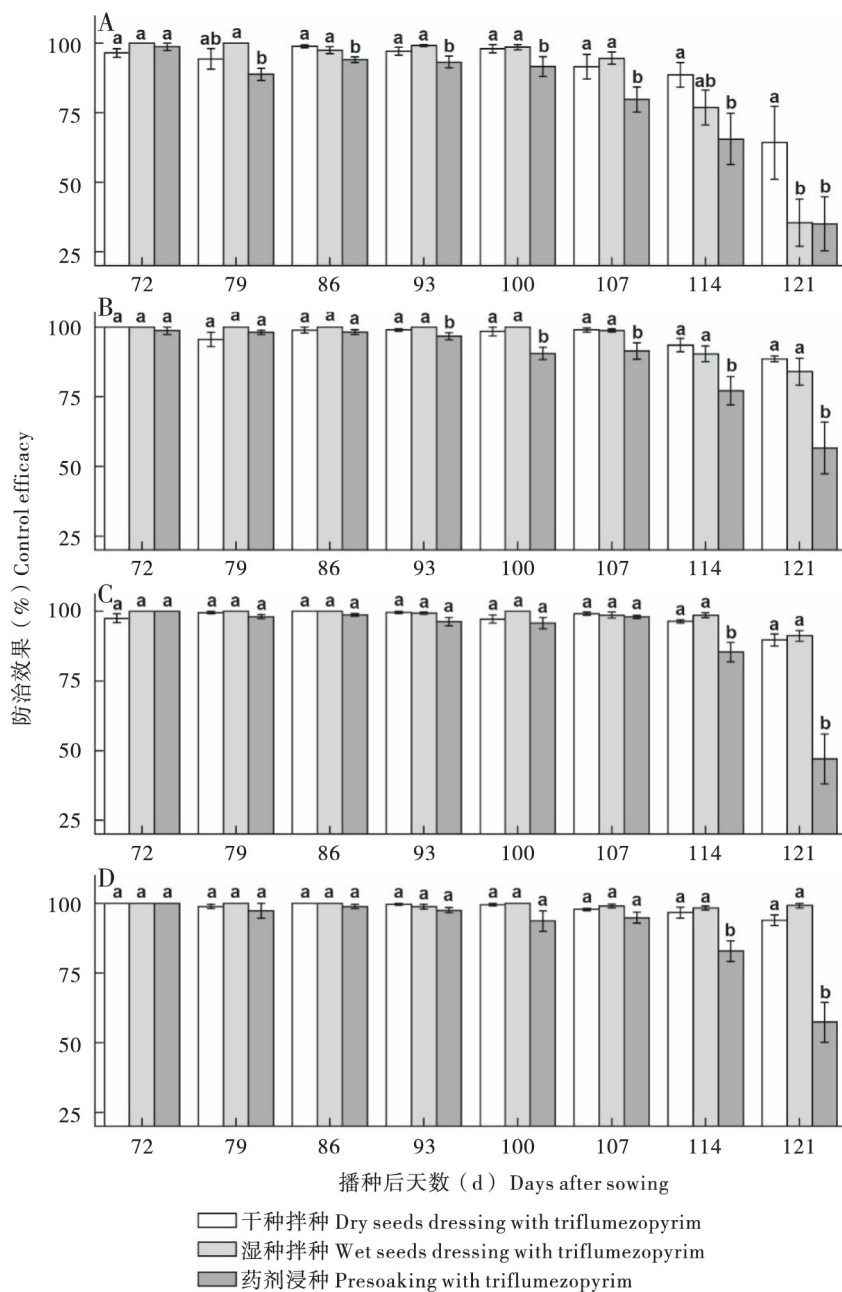


图2 不同浓度三氟苯嘧啶种子处理对稻飞虱的防治效

Fig. 2 Control effect of seed treatment with 10% triflumezopyrim SC in different concentration on rice planthoppers

注: A, 低浓度; B, 中浓度; C, 中高浓度; D, 高浓度。Note: A, Low concentration; B, Medium concentration; C, Medium-high concentration; D, High concentration.

变, 各药剂处理田蜘蛛百丛虫量则缓慢上升; 药剂浸种, 空白对照田至播种后 93 d 百丛蜘蛛虫量呈现波浪式上升, 药剂处理蜘蛛百丛虫量则与湿拌处理类似 (图 3)。

### 2.5 10% 三氟苯嘧啶种子处理对水稻的安全性

经观察和调查, 不同浓度 10% 三氟苯嘧啶 SC 以干拌、湿拌和药剂浸种 3 种处理对水稻生长发育无不良影响。

## 3 结论与讨论

化学药剂种子处理是防治刺吸式害虫为害的主要手段之一, 用于种子处理的化学药剂往往具有内吸性和系统传导性, 且持效期较长 (康敏等, 2016)。三氟苯嘧啶是一种新型介离子嘧啶酮类杀虫剂, 具有较强内吸性, 可在植物木质部传导,

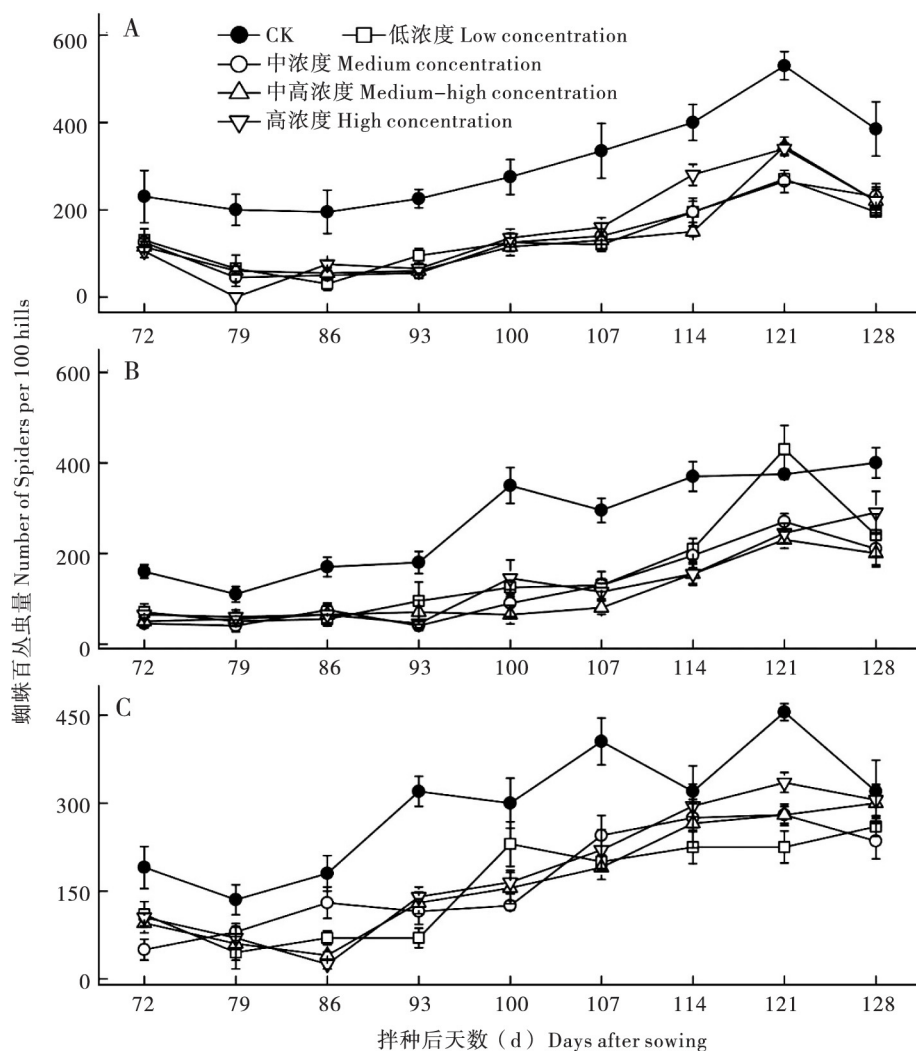


图3 不同种子处理方式下稻田蜘蛛虫量

Fig. 3 Number of seed treatment in different ways on spiders

注: A, 干种拌种; B, 湿种拌种; C, 药剂浸种。Note: A, Dry seeds dressing with triflumezopyrim; B, Wet seeds dressing with triflumezopyrim; C, Presoaking with triflumezopyrim.

主要用于防治稻飞虱和叶蝉等同翅目害虫 (Cordova *et al.*, 2016; 谭海军, 2019)。本研究, 利用不同浓度三氟苯嘧啶处理水稻种子, 3 种处理下, 播种后 100 d, 各浓度处理对稻飞虱的防治效果均在 90% 以上, 之后, 各浓度处理随时间的推移防治效果均有所下降。可见使用三氟苯嘧啶对水稻种子进行处理, 不仅减少药剂用量, 还能达到长效防控稻飞虱的目的。与本研究结果类似, 何东兵等 (2019) 将 10% 三氟苯嘧啶悬浮剂以 15 mL/4 kg 水稻种子的剂量进行拌种处理, 拌种后 90 d 左右防效在 85% 以上, 且防效和使用剂量成正比。张国等 (2019) 研究发现, 当三氟苯嘧啶用量  $\geq 22.5$  g a. i. /ha 时, 直播粳稻播种后 98 d、杂交稻播种后 126 d 对稻飞虱的防效均在 90% 以上, 机插秧粳稻播种后 112 d、杂交稻播种

后 119 d 对稻飞虱的防效均在 90% 以上, 但对旱育移栽秧田稻飞虱的防效较差, 持效期短, 自调查日起已基本丧失对稻飞虱的控制能力。除此之外, 于居龙等 (2020) 对比 6 种药剂拌种后对稻纵卷叶螟 *Cnaphalocrocis medinalis* Guenee 的防治效果发现, 相同浓度下 20% 氯虫苯甲酰胺对稻纵卷叶螟的有效控制能力及时长最高, 当氯虫苯甲酰胺有效药量达到 45 g/ha 时, 不同种植模式播种 88 d 后的防效均在 90% 以上。但上述研究所采用的方式均是湿拌处理, 对于干拌和药剂浸种的方式并未涉及。

药剂干拌多用于旱作物种子处理, 如毒死蜱拌种花生对蛱蝶 *Trypoxylus dichotomus* 有较好的防治效果 (谢明惠等, 2018); 烯啶虫胺有效药剂 4 g/kg 拌种棉花时, 能有效防治棉花苗期棉盲蝽的危害 (Zhang *et al.*, 2017); Tansey 等 (2009)



研究显示,使用氟虫腈拌种油菜籽,能有效防治黄曲条跳甲 *Phyllotreta striolata* (Fabricius) 的危害,且防治效果要优于噻虫嗪等药剂; Turkintong 等 (2016) 研究发现,使用杀菌剂、杀虫剂处理冬小麦种子,不仅能降低小麦病虫害的发生,提高冬小麦产量,还能增加生产净收益。在本研究中,使用干拌方式,播种后 107 d,各浓度对稻飞虱的防治效果仍在 90% 以上;播种后 114 d,除低浓度防效下降至不足 90%,其余浓度均在 90% 以上;播种后 121 d,低浓度防效仅为 66.69%,其余浓度均在 88% 以上。可见使用三氟苯嘧啶对水稻种子干拌处理,能达到长效防控稻飞虱的目的。除此之外,相较于湿拌及浸种,干拌后水稻种子亦能够长期贮存。

浸种是农业种植的一项流程,目的是促进种子较早发芽,而药剂浸种则是在促进种子萌发的同时达到防虫治病的效果。有研究表明,对带有细菌性果斑病的西瓜种子,采用 40% 甲醛 100 倍液浸种 1 h,防效能达到 100%,且对西瓜种子的发芽和幼苗的生长无不良影响 (牛庆伟等, 2012); 采用 25% 氰烯菌酯悬浮剂 1 000 ~ 4 000 倍液对稻种浸种 72 h,对种子发芽率未表现抑制现象,且在分蘖期和拔节期均未查到恶苗病 (祝燕丽等, 2012); 利用 20% 咪鲜胺·噻唑膦·戊唑醇悬浮剂 400 ~ 100 mg/L 浸种,对水稻恶苗病和干尖线虫病具有良好的防效 (杨红福等, 2018)。本研究中,利用不同浓度三氟苯嘧啶药剂浸种,对稻飞虱具有良好的防效。播种后 100 d,各浓度处理对稻飞虱的防治效果均在 90% 以上;播种后 107 d,低浓度处理对稻飞虱的防效已不足 80%,其余处理仍在 90% 以上;播种后 114 d,各处理防效均不足 90%;播种后 121 d,各浓度处理对稻飞虱的防治效果下降至 60% 以下,基本丧失防治效果。对比 3 种处理方式,三氟苯嘧啶虽能达到长效防治稻飞虱的目的,但不同处理方式间防治时长有一定差别,药剂浸种防治时长要低于干拌及湿拌两种方式,这可能是由于药剂浸种后大部分药剂残存于药液中,种子吸收的药剂含量要低于另外两种方式所导致。这种猜测可以通过种子药剂含量检测来证明,这也是本研究下一阶段的研究内容。

种子处理不仅能达到防治病虫害的目的,还能避免药剂与天敌直接接触,减少对天敌的直接伤害。本研究中,3 种处理方式下,稻田蜘蛛虫量均随时间推移缓慢上升,但仍略低于对照田蜘蛛

种群数量,究其原因可能是三氟苯嘧啶能有效杀灭田间稻飞虱和叶蝉等害虫,蜘蛛食物短缺,迫使蜘蛛迁移,导致施药区的蜘蛛数量减少。与本研究结果类似,朱友理等 (2018) 发现三氟苯嘧啶喷雾后 14 d,各施药处理区蜘蛛数量增长明显低于空白对照区。梁锋等 (2017) 通过稻田喷雾施用 19% 三氟苯嘧啶·氯虫苯甲酰胺悬浮剂后发现,田间蜘蛛数量有所减少,但药后 7 d 蜘蛛数量开始回升。由此可知,三氟苯嘧啶对稻田蜘蛛种群数量影响程度较小。

综上所述,利用 10% 三氟苯嘧啶 SC 0.375 ~ 1.5 g a. i. /kg 种子拌种或浸种水稻可有效降低田间稻飞虱的种群数量,减少稻飞虱的防治次数。对水稻安全,对蜘蛛影响较小,能达到长效防治稻飞虱的目的。可实现稻飞虱的省力化、轻简式防控,可在水稻生产中推广应用。

## 参考文献 (References)

- Chi YK, Zhao W, Wang T, *et al.* Efficacy of different seed dressing agents against wheat root rot and cereal cyst nematode diseases [J]. *Acta Phytopathologica Sinica*, 2018, 48 (5): 693–699. [迟元凯, 赵伟, 汪涛, 等. 不同药剂拌种对小麦根腐病和胞囊线虫病的防效 [J]. 植物病理学报, 2018, 48 (5): 693–699]
- Cordova D, Benner EA, Schroeder ME, *et al.* Mode of action of triflumezopyrim: A novel mesoionic insecticide which inhibits the nicotinic acetylcholine receptor [J]. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, 2016, 74: 32–41.
- He DB, Zhu YL, Wu JW, *et al.* Control effects of different seed dressing agents against rice diseases and insect pests before heading stage [J]. *Journal of Zhejiang Agricultural Sciences*, 2019, 60 (4): 601–604. [何东兵, 朱友理, 吴佳文, 等. 不同药剂拌种对水稻穗前病虫害的控制效果 [J]. 浙江农业科学, 2019, 60 (4): 601–604]
- Holyoke CW, Cordova D, Zhang W, *et al.* Mesoionic insecticides: A novel class of insecticides that modulate nicotinic acetylcholine receptors [J]. *Pest Management Science*, 2017, 73 (4): 796–806.
- Kang M, Zhao JF, Gu ZL, *et al.* Field control effect of four seed coating insecticides on the white-backed planthopper [J]. *Plant Protection*, 2016, 42 (2): 220–224. [康敏, 赵剑锋, 顾中量, 等. 4 种药剂拌种对白背飞虱的防治效果 [J]. 植物保护, 2016, 42 (2): 220–224]
- Kumar ER, Guruprasad GS, Hosamani AK, *et al.* Bio efficacy of novel insecticides against planthoppers in direct seeded rice [J]. *Plant Archives*, 2017, 17 (2): 1047–1051.
- Liang F, Tan DJ, Han LY, *et al.* Control effects of 19% triflumezopyrim·chlorantraniliprole SC against main rice pests and its influence on two natural enemies [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2017, 48 (10): 1824–1831. [梁锋, 谭德锦, 韩凌云, 等. 19% 三氟苯嘧啶·氯虫苯甲酰胺悬浮剂对水稻主要害



- 虫的田间防治效果及对两种天敌的影响 [J]. 南方农业学报, 2017, 48 (10): 1824–1831]
- Liang XD, Li ZP, Zhou D. Test report of effects of presoaking with 6% Tebuconazole ME against rice bakanae disease [J]. *Shanghai Agricultural Science and Technology*, 2018, 5: 108–109. [梁晓娣, 李志鹏, 周丹. 6% 戊唑醇 ME 浸种防治水稻恶苗病效果试验简报 [J]. 上海农业科技, 2018, 5: 108–109.]
- Niu QW, Kong QS, Huang Y, et al. Effects of different agents treatment against seeds with watermelon bacterial fruit blotch [J]. *Journal of Changjiang Vegetables*, 2012, 22: 79–82. [牛庆伟, 孔秋生, 黄远, 等. 不同药剂处理对西瓜细菌性果斑病带菌种子的影响 [J]. 长江蔬菜, 2012, 22: 79–82]
- Stark JD, Jepson PC, Mayer DF. Limitations to use of topical toxicity data for predictions of pesticide side effects in the field [J]. *Journal of Economic Entomology*, 1995, 88 (5): 1081–1088.
- Sun B, Zhang ZG, Wang SP, et al. Efficacy evaluation of 14 suspension seed coating agents on controlling corn underground pests, aphids and stalk rot [J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2019, 35 (24): 128–132. [孙斌, 张志刚, 王素平, 等. 14 种悬浮种衣剂对玉米地下害虫、蚜虫和茎基腐病的防效评价 [J]. 中国农学通报, 2019, 35 (24): 128–132]
- Suri KS, Makkar GS. Bioefficacy potential of triflumezopyrim for the management of rice planthoppers [J]. *The Bioscan*, 2018, 13 (1): 245–249.
- Tan HJ. New mesoionic pyrimidine insecticide triflumezopyrim and its development [J]. *Modern Agrochemicals*, 2019, 18 (5): 42–46. [谭海军. 新型介离子嘧啶酮类杀虫剂三氟苯嘧啶及其开发 [J]. 现代农药, 2019, 18 (5): 42–46]
- Tang T, Ye B, Liu XY, et al. Field evaluation of control efficacy of multi-target rice insecticides: Mixture of triflumezopyrim and other insecticides [J]. *Plant Protection*, 2016, 42 (6): 202–207. [唐涛, 叶波, 刘雪源, 等. 多靶标杀虫剂——三氟苯嘧啶混配剂对水稻害虫的田间防治效果 [J]. 植物保护, 2016, 42 (6): 202–207]
- Tansey JA, Dosdall LM, Keddie BA. *Phyllotreta cruciferae* and *Phyllotreta striolata* responses to insecticidal seed treatments with different modes of action [J]. *Journal of Applied Entomology*, 2009, 133: 201–209.
- Turkington TK, Beres BL, Kutcher HR, et al. Winter wheat yields are increased by seed treatment and fall-applied fungicide [J]. *Agronomy Journal*, 2016, 108 (4): 1379–1389.
- Wang Z, Zhang YB, Li YP, et al. The study of the control effect on cotton aphid and safety evaluation of seed dressing with thiamethoxam [J]. *Journal of Tarim University*, 2017, 29 (2): 82–86. [王喆, 张王斌, 李亚鹏, 等. 35% 噻虫嗪拌种对棉蚜防效及棉花安全性研究 [J]. 塔里木大学学报, 2017, 29 (2): 82–86]
- Wei SX, Zhou RJ, Wang XX, et al. Field efficacy trials of spray 10% triflumezopyrim on rice planthopper control [J]. *Biological Disaster Science*, 2018, 41 (2): 97–100. [韦世训, 周荣金, 王信霞. 10% 三氟苯嘧啶悬浮剂防治水稻稻飞虱大田药效试验 [J]. 生物灾害科学, 2018, 41 (2): 97–100]
- Xie MH, Lin LL, Chen HL, et al. Effect of seed dressing treatments on peanut in pot and field experiments [J]. *Chinese Journal of Oil Crop Sciences*, 2018, 40 (2): 273–283. [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蚜螨防效评价 [J]. 中国油料作物学报, 2018, 40 (2): 273–283]
- Yang HF, Shu ZL, Chen HZ, et al. Efficacy of prochloraz + thiazosin + tebuconazole 20% SC against rice bakanae disease [J]. *Agrochemicals*, 2018, 57 (7): 536–538. [杨红福, 束兆林, 陈宏州, 等. 20% 咪鲜胺·噻唑膦·戊唑醇悬浮剂对水稻种传病害防治效果 [J]. 农药, 2018, 57 (7): 536–538]
- Yu JL, Zhang G, Miao K, et al. Control efficiency of *Cnaphalocrocis medinalis* by rice seed treatment with chlorantraniliprole and its safety evaluation [J]. *Chinese Journal of Pesticide Science*, 2019, 21 (3): 300–308. [于居龙, 张国, 缪康, 等. 氯虫苯甲酰胺拌种对稻纵卷叶螟的防治效果及安全性评价 [J]. 农药学报, 2019, 21 (3): 300–308]
- Yu JL, Zhang G, Miao K, et al. Pesticide screening and control effect on *Cnaphalocrocis medinalis* by rice seed treatment [J]. *Plant Protection*, 2020, 46 (1): 270–275. [于居龙, 张国, 缪康, 等. 种子处理防治稻纵卷叶螟药剂筛选及效果 [J]. 植物保护, 2020, 46 (1): 270–275]
- Zhang G, Yu JL, Shu ZL, et al. Control effects on rice planthopper and safety evaluation of natural enemies by seed dressing with 10% triflumezopyrim SC [J]. *Journal of Southern Agriculture*, 2019, 50 (12): 2695–2702. [张国, 于居龙, 束兆林, 等. 10% 三氟苯嘧啶 SC 拌种水稻对稻飞虱的防效及安全性评价 [J]. 南方农业学报, 2019, 50 (12): 2695–2702]
- Zhang H, Liu TG, Chen WQ, et al. Effects of wheat seeds dressed by fluoromethylbenzene with different concentrations on germination rate and protection against *Tilletia foetida* lindr [J]. *Journal of Shandong Agricultural University (Natural Science Edition)*, 2020, doi: 10.3969/j.issn.1000-2324.2020.01.000. [张涵, 刘太国, 陈万权, 等. 不同浓度氟环·咯·甲苯拌种对小麦萌发及光腥黑穗病防效的影响 [J]. 山东农业大学学报 (自然科学版), 2020, doi: 10.3969/j.issn.1000-2324.2020.01.000]
- Zhang J, Hu LY. The progress of crops seed treatment [J]. *Journal of Huazhong Agricultural University*, 2012, 31 (2): 258–264. [张静, 胡立勇. 农作物种子处理方法研究进展 [J]. 华中农业大学学报, 2012, 31 (2): 258–264]
- Zhang ZQ, Wang Y, Zhao YH, et al. Nitenpyram seed treatment effectively controls against the mirid bug *Apolygus lucorum* in cotton seedlings [J]. *Scientific Reports*, 2017, doi: 10.1038/s41598-017-09251-9.
- Zhu J, Li Y, Jiang H, et al. Selective toxicity of the mesoionic insecticide, triflumezopyrim, to rice planthoppers and beneficial arthropods [J]. *Ecotoxicology*, 2018, 27: 411–419.
- Zhu YL, He DB, Cao SP, et al. Controlling efficiency of trifluorobenzidine against rice plant hopper and its safety to natural enemy [J]. *China Plant Protection*, 2018, 38 (8): 71–74. [朱友理, 何东兵, 曹书培, 等. 三氟苯嘧啶对稻飞虱的防效及对天敌的安全性 [J]. 中国植保导刊, 2018, 38 (8): 71–74]
- Zhu YL, Huang JS, Dong HT. Control effects on rice diseases and safety of rice seeds by presoaking with 25% phenamacril SC [J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2012, 24: 141. [祝燕丽, 黄劲松, 董涛海. 25% 氟烯酯 (劲护) 悬浮剂浸种对稻种安全性及防病效果研究 [J]. 现代农业科技, 2012, 24: 141]