水稻穗前稻飞虱省力化防控技术可行性评价

张 国[1], 于居龙[1], 束兆林[1], 赵来成[1],
缪 康[1], 庄义庆[1*], 姚克兵[1], 方继朝[2]

(1. 江苏丘陵地区镇江农业科学研究所, 句容 212400; 2. 江苏省农业科学院植物保护研究所, 南京 210014)

摘要 本文研究不同药剂处理水稻种子对稻飞虱的防治效果,以期筛选出对稻飞虱防治效果好、持效期长的药剂及其配套使用技术,为稻飞虱的省力化防控提供科学依据。选择噻虫嗪、呋虫胺、吡虫啉、烯啶虫胺、噻虫胺和氟啶虫胺腈6种药剂分别按照有效药量2、4、6 g/kg进行拌种,测定不同处理对室内及田间稻飞虱的防治效果;同时将噻虫嗪与复合肥混合施用,验证药肥混施对稻飞虱的防治效果及时长。结果表明,室内条件下,以噻虫嗪4 g/kg拌种对褐飞虱的防治效果最好,有效控制时长为45 d左右,防治效果为90.6%;田间条件下,机插秧、直播稻以及旱育秧3种种植方式下,仍以噻虫嗪防治效果最好,有效控制时长分别为65、80、65 d。噻虫嗪与复合肥混合施用,有效药量为240 g/hm^{2}以上时,药后20 d,防治效果在85%以上,与常规茎叶喷雾防治效果无差异。利用噻虫嗪有效药量4～6 g/kg进行拌种,在稻飞虱发生较轻年份,可有效降低田间稻飞虱种群数量;在稻飞虱发生较重年份,水稻抽穗前采用噻虫嗪药肥混施,控制稻飞虱的持效期为20 d左右,能有效减少稻飞虱的防治次数,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。

关键词 种子处理; 稻飞虱; 防治效果; 种植方式; 药肥混用

中图分类号: S 435.112.3 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018286

Feasibility evaluation of labor saving control technology of rice planthopper before heading stage

ZHANG Guo[1], YU Julong[1], SHU Zhaolin[1], ZHAO Laicheng[1],
MIAO Kang[1], ZHUANG Yiqing[1], YAO Kebing[1], FANG Jichao[2]

(1. *Zhenjiang Institute of Agricultural Sciences in Hilly Area of Jiangsu*, *Jurong* 212400, *China*;
2. *Institute of Plant Protection*, *Jiangsu Academy of Agricultural Sciences*, *Nanjing* 210014, *China*)

Abstract In order to screen out pesticides with high control efficacy and long-lasting effect and provide scientific evidence for labor-saving control against rice planthopper, control effects of different chemical pesticides on rice planthopper were investigated by rice seeds dressing. Thiamethoxam, dinotefuran, imidacloprid, nitenpyram, clothianidin and sulfoxaflor were separately mixed with 1 kilogram rice seeds at three effective dosages of 2 g, 4 g and 6 g. Effects were tested indoor and in field. Three kinds of cultural patterns, including mechanical transplanting, direct seedling and dry-raised seedling transplanting, were used in the field. Besides, compound fertilizer was mixed with thiamethoxam to test the control efficacy and lasting period. Indoor experiment showed that 4 g thiamethoxam per kilogram seeds had best effect on rice planthopper with the efficacy of 90.6% and the lasting validity period was around 45 d. Field experiments demonstrated that thiamethoxam had the best effect under three cultural patterns, and the lasting validity periods were 65 d, 80 d and 65 d under mechanical, direct and seedling-transplant, respectively. Thiamethoxam mixed with compound fertilizer at the dosage of 240 g/hm^2 had the control efficacy of over 85% 20 days after application, without significant difference with normal spraying. Application 4—6 g thiamethoxam mixed with 1 kg seeds in the light occurrence years could effectively reduce the field rice planthoppers density, In heavy occurrence years, the lasting validity period of thiamethoxam with compound fer-

收稿日期: 2018-07-05 **修订日期:** 2018-11-28
基金项目: 江苏省农业科技自主创新基金(CX(16)1001);江苏省重点研发计划(现代农业)(BE201766);镇江市农业科技支撑项目(NY2016026)
* 通信作者 E-mail:yqzhuang@sina.com

tilizer applied before heading stage was around 20 d, which can reduce regular pesticide application times on rice planthopper substantially. Further, the goal of labor-saving, concise prevention and control can be reached, and it shall be put into use in rice production.

Key words seed treatment; rice planthopper; control efficacy; cultivation pattern; chemical-fertilizer mixed application

全世界有近一半人口以水稻为主粮,在我国超过五分之三的人口一日三餐以大米为主,因此,水稻能否稳定增长,对我国乃至世界粮食安全起着至关重要的作用[1]。水稻生长期病虫害是水稻安全生产中的主要威胁,我国每年有多达 400 万 t 以上的水稻产量损失是由病虫害造成的,尤其是稻飞虱和水稻螟虫对水稻危害最为严重[2-3]。

为了有效控制稻飞虱为害,20 世纪 80 年代以来,我国曾大力推广使用对稻飞虱具有特效的扑虱灵和吡虫啉等农药,起到了较好的控制效果。但是由于单一农药的长期使用,诱发了稻飞虱高抗性的产生,最终导致 2005 年以后稻飞虱在我国暴发成灾[4]。除此之外,诸如三唑磷,拟除虫菊酯类杀虫剂、杀菌剂和除草剂等对褐飞虱具有刺激生殖作用,更加剧了稻飞虱的再增猖獗[5-8]。目前,稻飞虱防治药剂以新烟碱类、吡啶类、昆虫生长调节剂类的单剂或其复配剂为主,防治方式仍以茎叶喷雾为主[9-10]。水稻生长季节高温、高湿,田间作业强度大,如今家庭农场、新型农民合作社不断兴起,农村劳动力奇缺,每年稻飞虱防治期间,种植户常因劳动力不足而延误防治时期。近年来,随着植保专业化服务组织不断出现,农药新品种的推广、新型植保机械和无人机的使用,稻飞虱的为害得到了有效控制,但防治次数并没有减少,一般仍需要 4～5 次,服务面积有限,实际覆盖率较低,且无人机成本高、操作技术性强、防治效果不稳,只能局限于专业化组织使用,不能广泛应用于种植农户。因此迫切需求一项新技术简化施药方式,减少稻飞虱防治次数。

利用新烟碱类、亚胺类等内吸性较强的杀虫剂进行拌种已在多种旱作作物如小麦、玉米、花生、大豆中得到应用,除能增加产量外,拌种包衣后的幼苗抗逆性、抗虫抗病性均得到显著提高[11-14]。但与旱作物不同,水稻多处于高温、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,其防治效果能否达到要求还不甚明了。因此,本研究评价噻虫嗪、呋虫胺、吡虫啉、烯啶虫胺、噻虫胺和氟啶虫胺腈 6 种药剂拌种处理后对稻飞虱的室内及田间防治效果,同时配合农事操作(穗肥)药肥混用,明确药肥对田间稻飞虱的控制能力,初步形成水稻穗前稻飞虱省力化防控技术体系,为水稻生产技术应用提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　供试药剂及肥料

25%噻虫嗪水分散粒剂(thiamethoxam, WG),深圳市瑞德丰农药有限公司产品;20%呋虫胺可溶粒剂(dinotefuran, SG),日本三井化学 AGRO 株式会社产品;10%吡虫啉可湿性粉剂(imidacloprid, WP),江苏省绿盾植保农药实验有限公司产品;20%烯啶虫胺水分散粒剂(nitenpyram, WG),北京华戎凯威植保生物科技有限公司产品;20%噻虫胺悬浮剂(clothianidin, SC),河北威远生物化工股份有限公司产品;22%氟啶虫胺腈悬浮剂(sulfoxaflor, SC),陶氏益农公司产品;48%阿康复合肥(氮-磷-钾含量为 16-16-16),俄罗斯阿康公司产品。

1.2　供试虫源

室内防效测定用褐飞虱由江苏省农业科学院提供,采集于 2008 年,在人工气候室[温度:(25±1)℃,光周期:L//D=14 h//10 h] 中用'武运粳 7 号'稻苗饲养。

1.3　试验田概况

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(119.31° E,31.96° N),水稻品种为'南粳 9108',2016 年 5 月 18 日旱育秧播种,6 月 10 日移栽;5 月 28 日机插秧播种,6 月 20 日大田机插;5 月 28 日直播稻播种。试验田地势平整,灌溉排水方便。

1.4　试验方法

1.4.1　拌种药剂的配制

将 6 种药剂分别配制成含有效药量为 2、4、6 g(低浓度、中浓度、高浓度,下同)的拌种药剂。具体配制方法为,用梅特勒 AB123-S 电子天平(精确至

0.000 01 g)分别称取25%噻虫嗪水分散粒剂8、16、24 g,20%呋虫胺可溶粒剂、20%烯啶虫胺水分散粒剂、20%噻虫胺悬浮剂10、20、30 g,10%吡虫啉可湿性粉剂20、40、60 g,22%氟啶虫胺腈悬浮剂9.09、18.18、27.27 g,加水溶解并定容至40 g待用。

1.4.2 药剂拌种对水稻种子的安全性

分别将上述拌种药液以及清水(对照)按40 g/kg进行拌种处理,待种子与药液充分混匀阴干后,选取100粒籽粒饱满的稻种置于带有三层湿润滤纸的培养皿中,置于人工气候室[温度:(25±1)℃,光周期:L//D=14 h//10 h]中培养,7 d后调查种子发芽率,每个处理重复3次;同时选取100粒籽粒饱满的稻种播种于机插秧塑料秧盘中(60 cm×30 cm×3.5 cm),置于室外培养,15 d后调查种子出苗率,每个处理重复3次。

1.4.3 不同药剂拌种对褐飞虱的室内防效

分别将拌种药液以及清水(对照)按40 g/kg进行拌种处理,待种子与药液充分混匀阴干后,播种于机插秧塑料秧盘中(60 cm×30 cm×3.5 cm),每个秧盘播种200 g种子,适期移栽至塑料桶中培养。分别在播种后20、30、40、45、50、55 d将各处理水稻苗连根挖取,洗净,剪成长约10 cm的带少许根须的稻茎,于阴凉处晾干至表面无水痕,用湿润的脱脂棉包住水稻根部,放置于20 mm×200 mm的玻璃试管中,20 min后接入2~3龄若虫20头,用纱网罩住,每个处理重复3次。于接虫后48 h检查试虫存活情况,计算死亡率,并与对照死亡率进行比较,计算校正死亡率。

死亡率=死亡虫数/供试总虫数×100%;

校正死亡率=(处理组死亡率-对照组死亡率)/(1-对照组死亡率)×100%。

毒力测定在人工气候室中进行,温度:(27±1)℃,光周期:L//D=14 h//10 h。

1.4.4 拌种处理对田间稻飞虱种群动态的影响

水稻种植方式分为直播、旱育秧、机插秧3种不同栽培模式,对应的用种量分别为90、75、60 kg/hm^2。选择25%噻虫嗪WG、20%呋虫胺SG和10%吡虫啉WP作为田间试验药剂,种子分别按有效药量为2、4、6 g/kg药剂进行拌种处理。每个浓度处理面积在500 m^{2}以上,各小区之间利用双泥埂隔开,防治田水串流。

3种不同种植模式下田间稻飞虱种群动态数量调查从7月13日开始,每隔7 d调查1次,采用平行跳跃法取样,每点调查4穴,每个小区重复6次。

1.4.5 药肥混用对田间稻飞虱的防治效果

水稻种植方式为机插秧(用种量为60 kg/hm^2),25%噻虫嗪WG有效药量分别为120、240、360、480 g/hm^2,以清水为对照。于8月1日,水稻处于孕穗期,结合农事操作,施加促花48%复合肥,保持田间肥水不外流。具体方法为按照施复合肥75 kg/hm^2,施肥现场将复合肥与上述4种浓度噻虫嗪进行混拌,待肥料充分吸收药液时进行施肥,同时以有效药量60 g/hm^{2}对单施促花肥的田块进行常规茎叶喷雾防治,药肥撒施及常规喷雾防治均在未进行种子处理田块进行。施肥(喷雾)前进行虫口基数调查,施肥(喷雾)后10、20 d和30 d按照上述方法对各处理小区进行调查。以对照区稻飞虱自然虫口增减率计算杀虫效果,同时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。

虫口减退率=(药前活虫数-药后活虫数)/药前活虫数×100%;

防治效果=(处理组虫口减退率-清水对照组虫口减退率)/(1-清水对照组虫口减退率)×100%。

1.5 数据处理与分析

使用Excel以及SPSS 20统计软件进行数据处理和差异性分析(Tukey)。

2 结果与分析

2.1 药剂拌种对水稻种子的安全性

2.1.1 药剂拌种对种子发芽的影响

试验结果显示,使用不同药剂低浓度与中浓度药液拌种后7 d,水稻种子发芽率与对照均无显著差异;使用高浓度呋虫胺、吡虫啉、噻虫胺与氟啶虫胺腈拌种后7 d,水稻种子发芽率均显著低于对照,使用高浓度噻虫嗪与烯啶虫胺拌种7 d后与对照无显著差异(图1)。

2.1.2 药剂拌种对水稻出苗的影响

播种后15 d出苗率调查结果显示,使用低浓度噻虫嗪、呋虫胺以及烯啶虫胺拌种水稻出苗率均在75%以上,使用低浓度吡虫啉、噻虫胺以及氟啶虫胺腈拌种出苗率均在70%以上,清水处理出苗率为

79%,各处理间无显著差异,与对照亦无显著差异。使用中浓度吡虫啉拌种,15 d 后出苗率为 70.33%,显著低于噻虫嗪以及对照;使用中浓度烯啶虫胺拌种,15 d 后出苗率显著低于对照,但与其余药剂均无显著差异;其余 4 种药剂中浓度拌种,15 d 后出苗率均与对照无显著差异。使用高浓度不同药剂拌种,各药剂之间 15 d 后出苗率无显著差异,但高浓度呋虫胺、噻虫胺与氟啶虫胺腈拌种 15 d 后出苗率均显著低于对照,其余 3 种药剂与对照无显著差异(图 2)。

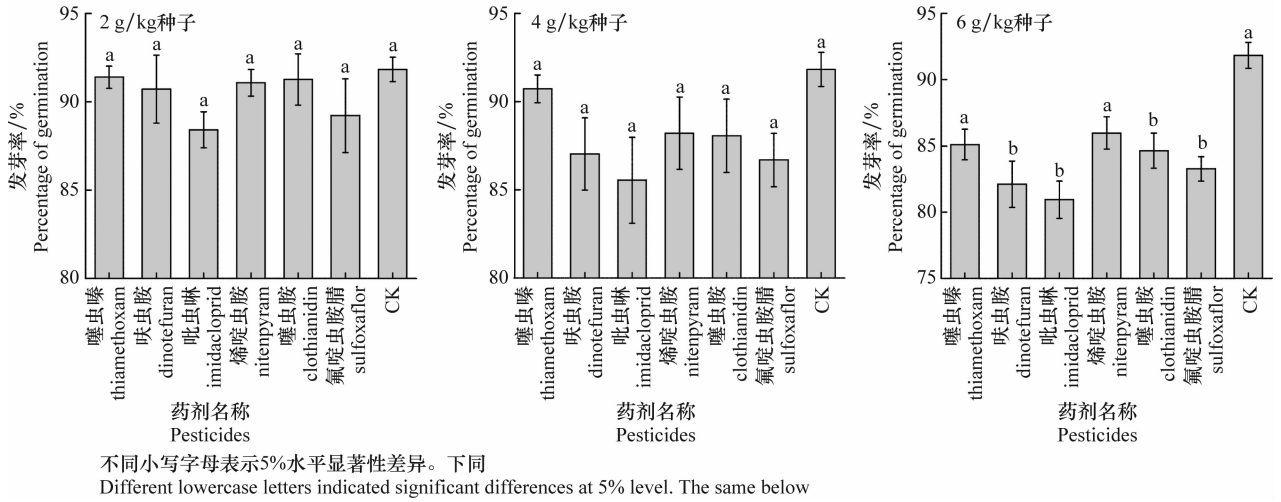


图 1　不同药剂拌种后 7 d 水稻种子发芽率

Fig. 1　Germination rate of rice seed 7 days after seed treatment with different pesticides

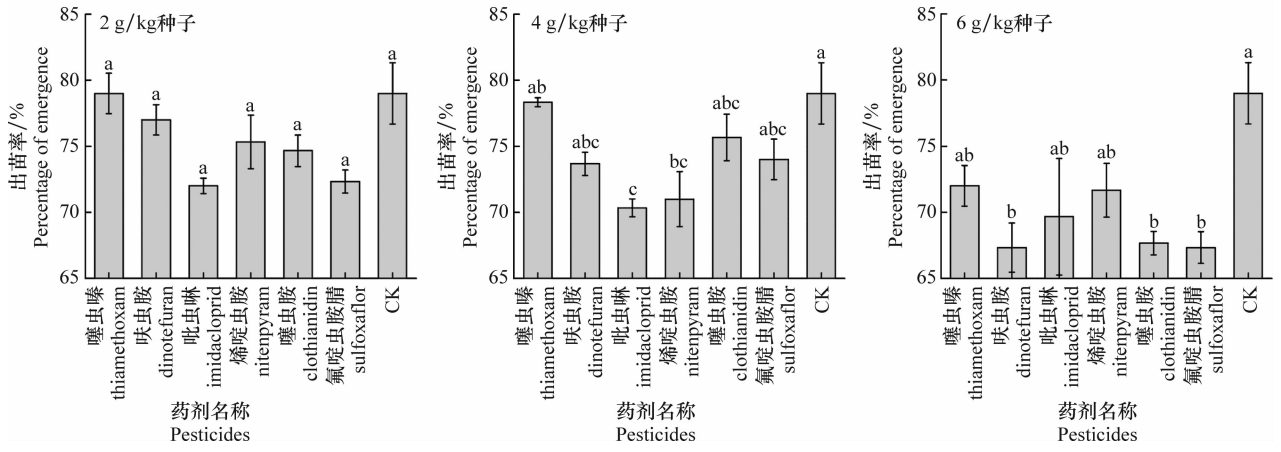


图 2　不同药剂拌种后 15 d 水稻出苗率

Fig. 2　Emergence rate of rice 15 days after seed treatment with different pesticides

2.2　室内条件下不同药剂对褐飞虱有效控制时长

试验结果表明,供试药剂处理水稻种子对褐飞虱均有一定的控制效果,但不同药剂的控制效果及时长各不相同。低浓度下,以噻虫嗪、呋虫胺以及吡虫啉 3 种药剂持效期最长,播种后 45 d 接虫,褐飞虱死亡率均在 50%以上,显著高于其他药剂;中浓度下则以噻虫嗪、呋虫胺和烯啶虫胺 3 种药剂防治效果较好,持效时间最长,3 种药剂中又以噻虫嗪防效最好,播种后 45 d,其对褐飞虱致死率仍高达 90.6%,显著高于其余 5 种药剂;当使用高浓度药剂时,情况与低浓度类似,以噻虫嗪、呋虫胺以及吡虫啉持效期最长,三者中又以呋虫胺和噻虫嗪防效最好,播种后 45 d 接虫,其死亡率分别为 70.0%与 89.7%,显著高于其余 4 种药剂。播种 50 d 以后,各供试药剂不同浓度拌种处理对褐飞虱均失去控制能力(表 1)。室内测定结果表明,具有内吸性的新烟碱类杀虫剂拌种处理水稻种子,对褐飞虱的最长控制时间为 45 d 左右,超过 45 d 基本失去控害能力。

表 1 不同药剂拌种后对褐飞虱的室内致死效果[1)]

Table 1 Indoor control effect of different pesticides on rice planthoppers after seed treatment

有效药量 Effective dose	药剂名称 Pesticide	药后校正死亡率/% Corrected mortality after seed treatment					
		20 d	30 d	40 d	45 d	50 d	55 d
2 g/kg 种子(低浓度) 2 g/kg seeds (Low concentration)	噻虫嗪 thiamethoxam	82.9 a	73.7 b	76.2 a	65.3 a	10.9 a	3.5 a
	呋虫胺 dinotefuran	81.5 a	73.0 b	65.4 ab	75.6 a	5.7 a	1.7 a
	吡虫啉 imidacloprid	80.9 a	84.5 a	72.2 a	56.2 a	8.3 a	8.2 a
	烯啶虫胺 nitenpyram	48.3 c	42.9 d	48.5 b	32.0 b	17.5 a	0.0 a
	噻虫胺 clothianidin	80.0 a	69.7 cd	64.6 ab	24.9 b	7.5 a	1.7 a
	氟啶虫胺腈 sulfoxaflor	68.3 b	56.2 d	23.4 c	22.4 b	0.3 a	0.0 a
4 g/kg 种子(中浓度) 4 g/kg seeds (Medium concentration)	噻虫嗪 thiamethoxam	93.7 a	90.3 a	90.8 a	90.6 a	20.0 a	1.7 a
	呋虫胺 dinotefuran	90.6 a	88.2 a	73.1 b	59.7 c	16.5 a	0.0 a
	吡虫啉 imidacloprid	80.0 a	76.7 b	56.7 c	39.1 d	8.2 a	1.7 a
	烯啶虫胺 nitenpyram	80.5 a	74.0 b	76.7 b	73.1 b	27.9 a	1.6 a
	噻虫胺 clothianidin	86.3 a	78.2 b	59.9 c	48.3 cd	10.5 a	0.0 a
	氟啶虫胺腈 sulfoxaflor	61.4 b	43.1 c	31.7 d	12.8 e	−3.6 a	0.0 a
6 g/kg 种子(高浓度) 6 g/kg seeds (High concentration)	噻虫嗪 thiamethoxam	98.9 a	91.2 a	90.1 a	89.7 a	39.9 a	7.5 a
	呋虫胺 dinotefuran	86.5 ab	88.4 a	72.2 b	70.0 a	18.6 b	16.4 a
	吡虫啉 imidacloprid	85.3 ab	77.5 ab	72.3 b	58.8 b	9.0 b	2.0 a
	烯啶虫胺 nitenpyram	98.3 a	70.5 b	60.1 b	45.8 b	14.1 b	0.0 a
	噻虫胺 clothianidin	94.1 a	88.4 a	62.7 b	41.5 b	4.2 b	0.0 a
	氟啶虫胺腈 sulfoxaflor	78.3 b	62.2 c	18.4 c	7.1 c	−0.1 b	0.0 a

1) 表中数据均为 3 次重复平均数;不同小写字母为 5%水平显著性差异。

Control efficacy of each treatment was the average of three replicates. Different lowercase letters indicated significant difference at 5% level.

2.3 噻虫嗪、呋虫胺与吡虫啉种子处理对田间稻飞虱种群动态的影响

2.3.1 机插秧田稻飞虱种群动态

田间调查结果显示,对照田稻飞虱虫量高峰有两个,分别在 8 月 3 日百丛虫量 700 头与 8 月 31 日百丛虫量 760 头(褐飞虱虫量约占 15%)。吡虫啉种子处理田块,稻飞虱种群数量随时间推移不断增长,至 8 月 3 日,各浓度百丛虫量均超过 700 头,至 8 月 31 日达到最高峰,百丛虫量均远高于对照田块同期虫量;呋虫胺种子处理田块,各处理间百丛虫量较为接近,与对照田百丛虫量亦相差不远;噻虫嗪种子处理田块,其防治效果明显好于吡虫啉及呋虫胺,各处理稻飞虱种群数量明显低于同期对照田块数量。就防治指标来看[15],对照田 7 月 27 日达到防治指标(白背飞虱百丛虫量 150～250 头),不同浓度吡虫啉与呋虫胺防治田块在 7 月 20 日达到防治指标,自秧苗移植大田后基本无防治效果。不同浓度噻虫嗪处理田块稻飞虱均在 8 月 3 日达到防治指标,有效控制时长约在 65 d 左右(图 3)。

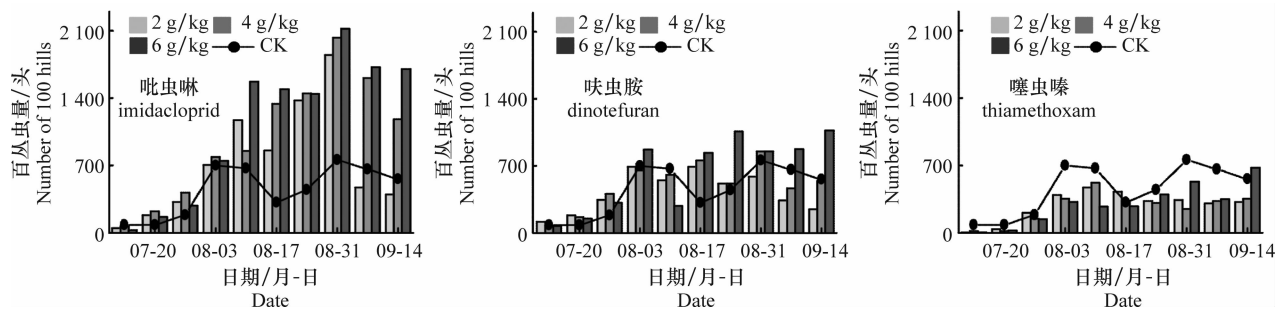


图 3 三种药剂拌种机插秧田稻飞虱种群动态

Fig. 3 Population dynamics of rice planthoppers in mechanically transplanted rice paddy

2.3.2 直播稻田稻飞虱种群动态

调查结果显示,自 7 月 13 日起,对照田稻飞虱种群数量基本呈现快速增长趋势,在 7 月 20 日达到防治指标,在 8 月 31 日达到最大值,百丛虫量为 1 840头(褐飞虱虫量约占 20%)。利用吡虫啉进行拌种处理后,稻飞虱种群数量一直低于对照组,低浓

度处理后稻飞虱种群数量在 7 月 27 日达到防治指标,中、高浓度处理稻飞虱种群数量在 8 月初达到防治指标,3 种浓度处理后稻飞虱种群最大值出现在 8 月 31 日左右,分别为每百丛 1 220、1 095、930 头,且浓度越高,稻飞虱种群数量越低。呋虫胺处理结果与吡虫啉相同,最高虫量也出现在 8 月 31 日前后,3 种浓度处理分别为每百丛 1 065、1 220、1 465 头。3 种浓度噻虫嗪拌种处理后前期稻飞虱种群数量一直维持在较低水平,中、高浓度处理直到 9 月初仍在防治指标附近波动(图 4)。

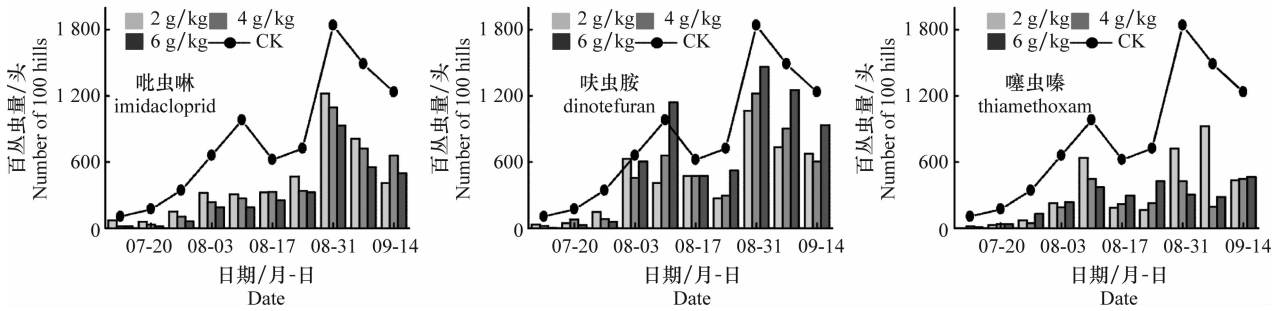


图 4　三种药剂拌种直播稻田稻飞虱种群动态

Fig. 4　Population dynamics of rice planthoppers in direct seeding rice paddy

2.3.3　旱育手栽秧田稻飞虱种群动态

田间稻飞虱调查结果显示,7 月 13 日对照田百丛虫量为 485 头,达到防治指标,8 月 10 日田间百丛虫量达到最高值 1 640 头(褐飞虱虫量约占 20%)。吡虫啉与呋虫胺处理田块,前期稻飞虱种群数量与对照田差异不大,于 7 月 13 日达到防治指标,中、后期种群数量虽低于对照田块,但种群数量均在防治指标以上,可见自水稻从秧田移栽大田后不同浓度的两种药剂处理对稻飞虱基本丧失控制能力。噻虫嗪处理后,前、中期稻飞虱种群数量明显低于对照田数量,但中、低浓度处理田块仍在 7 月 20 日达到防治指标,高浓度处理田块 7 月 27 日达到防治指标,有效控制时长约为 70 d 左右(图 5)。

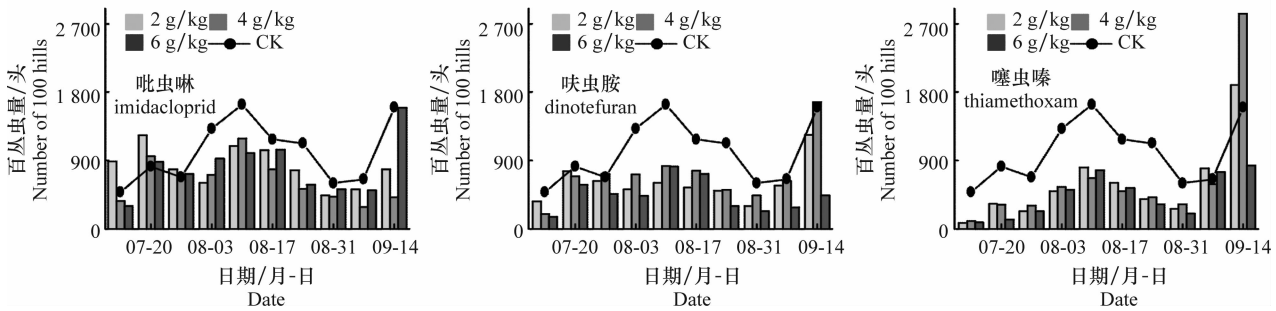


图 5　三种药剂拌种旱育秧移栽田稻飞虱种群动态

Fig. 5　Population dynamics of rice planthoppers in dry-raised seedling transplanted rice paddy

2.4　噻虫嗪与肥料混施对稻飞虱的控制作用及安全性

2.4.1　噻虫嗪与肥料混施对稻飞虱防治效果

结合农事操作,在水稻抽穗前期(8 月 1 日)利用肥料混拌噻虫嗪,调查结果表明药肥混施后 10 d,有效药量从低到高对田间稻飞虱的防治效果分别为 54.80%、82.78%、90.39%、82.18%,其中低浓度(120 g/hm^2)处理防治效果最低,显著低于其他浓度,常规茎叶防治效果为 94.05%,防效高于低浓度药肥混施,但与中浓度(240 g/hm^2)、中高浓度(360 g/hm^2)和高浓度(480 g/hm^2)处理防效之间均无显著性差异;药后 20 d,常规防治防效下降 2.56%,除低浓度处理外,其他三种浓度处理防效均在 85%以上,与常规防治无显著性差异;药后 30 d,常规防治效果为 49.29%,药肥混施各处理防效均下降至 50%以下,且各处理之间防治效果差异不显著。综上所述,利用噻虫嗪与复合肥混施对稻飞虱具有较好的控制效果,当有效药量为 240 g/hm^2 及以上时,防效与常规茎叶喷雾相当,有效控制时长在 20 d 左右(表 2)。

表 2 不同用量噻虫嗪与肥料混施对稻飞虱的防治效果[1)]

Table 2 Control effect of different dosages of thiamethoxam mixed with fertilizer on rice planthoppers

有效药量 Effective dose	药前虫量/头·百穴$^{-1}$ Number before treatment	药后防治效果/% Control efficacy		
		10 d	20 d	30 d
120 g/hm^2	362.50	(54.80±1.49)b	(60.11±4.67)b	(45.87±7.09)a
240 g/hm^2	454.17	(82.78±2.16)a	(87.19±2.01)a	(42.83±12.91)a
360 g/hm^2	637.50	(90.39±2.03)a	(86.71±1.96)a	(42.89±14.82)a
480 g/hm^2	658.33	(82.18±4.01)a	(85.08±2.22)a	(47.50±7.08)a
常规喷雾防治 Regular spraying	560.00	(94.05±1.49)a	(91.49±1.46)a	(49.29±11.34)a
CK(虫口减退率/%) CK (Reduction rate)	355.00	−182.86	−153.52	64.79

1) 表中数据均为 3 次重复平均值±标准误;不同小写字母表示 5%水平显著性差异。
Control efficacy of each treatment was the average of three replicates±standard errors. Different lowercase letters indicated significant differences at 5% level.

2.4.2 噻虫嗪与肥料混施对水稻植株的影响

不同噻虫嗪药肥混施后,经观察和调查,各处理对水稻生长没有不良影响。

3 讨论

噻虫嗪作为全新结构的第二代烟碱类高效低毒杀虫剂,对害虫具有胃毒、触杀及内吸活性,已成为水稻生产上防治稻飞虱的重要药剂之一,使用方式一般以茎叶喷雾为主。由于农村劳动力缺失,施药方式向省力化发展已成为植保研究工作的重点之一。此外水稻因其生育特点,生长期间温度高、移苗定植和药剂水解光解等因素限制了药剂拌种包衣后有效药量的吸收及利用[16-17]。因此通过室内、田间试验进行药剂筛选,根据试验结果提出以噻虫嗪进行拌种处理降低水稻前期稻飞虱种群数量,中期通过药肥辅助控害,减少前中期田间药剂施用次数。

本研究通过室内筛选及田间对比发现,利用噻虫嗪拌种处理后对稻飞虱的防治时长要优于其他 5 种药剂。水稻种子经噻虫嗪拌种,室内条件下对稻飞虱的防治效果能维持在 45 d 左右。田间 3 种栽培模式下,直播稻利用噻虫嗪中、高浓度拌种时,田间稻飞虱种群数量在播种后 85 d 左右仍明显低于对照组虫量;机插秧田块,不同浓度噻虫嗪拌种,其有效控制时间均为 70 d 左右,低于直播稻控制时长;旱育手栽秧田,高浓度噻虫嗪拌种后,播种后 70 d 稻飞虱达到防治指标。水稻生长前期以白背飞虱为主,正常条件下迟熟中粳稻白背飞虱防治指标为每百穴 180~250 头[15,18],直播稻与机插秧拌种处理在 8 月初前基本可控制白背飞虱种群数量在防治指标范围内;旱育秧自 7 月底,各处理稻飞虱种群数量略超过防治指标,但稻飞虱种群数量仍低于对照,并呈现下降趋势,逼近防治指标。因此在稻飞虱发生较轻的情况下,直播稻、旱育秧或机插秧利用中浓度或高浓度噻虫嗪拌种处理后,大田移植 40 d 左右,稻飞虱种群数量基本在防治指标范围内。随着时间的增加,稻飞虱种群数量发生变化,总体上中浓度与高浓度拌种处理后稻飞虱种群数量略高于防治指标,但田间仍以白背飞虱为主,占整个稻飞虱数量的 95%以上,由于白背飞虱取食为害能力低于褐飞虱,若适当放宽防治指标,直至水稻抽穗前期针对稻飞虱可不再进行常规茎叶喷雾防治。

利用噻虫嗪与肥料混施是对种子处理有效防治时长不足的补充,同时也是病虫害省力化防治中的重要措施。田间试验结果表明,在水稻抽穗前通过药肥混施,中浓度(240 g/hm^2)以上用量防效时长可维持 20 d 左右,与常规茎叶喷雾防治无差异。在稻飞虱大发生年份,拌种处理后期,稻飞虱种群数量远超过防治指标,可利用药肥混施暂时压低虫源数量,确保水稻稳产。

稻飞虱为迁飞性害虫,区域暴发性强。长江中下游稻区从播种至抽穗初期,针对稻飞虱的常规防治至少需要 2 次以上。药剂拌种处理或药肥混施均利用噻虫嗪内吸性的特点,不仅可控制秧苗上灰飞虱与蓟马的为害,降低由灰飞虱传播的病毒病害发生[16,19-20],同时还能降低田间前中期水稻上稻飞虱种群数量,减少前中期农药使用次数,保护天敌。

至于药剂的缓释期,可以噻虫嗪剂型研制为重点突破,选择合适剂型以及添加最优助剂,促进种子对药剂的最大化吸收,提高药剂有效利用率,降低药剂使用量,同时研究筛选其他内吸性强的药剂处理

水稻种子对稻飞虱的控制能力,研究药剂轮换处理对其抗性发展的影响,完善药肥使用技术,减少有效药量投入,从而制定完整的水稻穗前稻飞虱省力化防控技术体系,为水稻生产大面积应用提供理论依据。

参考文献

[1] 程永祥,王秀珍,郭建平,等. 中国水稻生产的时空动态分析[J]. 中国农业科学,2012,45(17):3473 - 3485.

[2] 王艳青. 近年来中国水稻病虫害发生及趋势分析[J]. 中国农学通报,2006,22(2):343 - 347.

[3] 翟保平,程家安. 2006 年水稻两迁害虫研讨会纪要[J]. 昆虫知识,2006,43(4):585 - 588.

[4] 程家安,朱金良,祝增荣,等. 稻田飞虱灾变与环境调控[J]. 环境昆虫学报,2008,30(2):176 - 182.

[5] WU J C, XU J X, LIU J L, et al. Effects of herbicides on rice resistance and multiplication and feeding of brown planthopper, *Nilaparvata lugens* (Stål)[J]. International Journal of Pest Management, 2001, 47 (2): 153 - 159.

[6] ZHU Z R, CHENG J A, JIANG M X. Complex influence of rice variety, fertilization timing and insecticides on population of *Sogatella furcifera* (Horváth) and *Nilaparvata lugens* (Stål) (Homoptera: Delphacidae) and their natural enemies in rice, Hangzhou, China [J]. Journal of Pest Science, 2004, 77: 65 - 74.

[7] 徐广春,顾中言,徐德进,等. 五种常用杀虫剂对灰飞虱繁殖力的影响[J]. 植物保护学报,2008,35(4):361 - 366.

[8] 印建莉,胡君欢,徐海伟,等. 杀虫剂胁迫下褐飞虱迁飞虫和本地虫后代体内粗脂肪、可溶性糖及氨基酸含量比较[J]. 昆虫学报,2008,51(11):1103 - 1112.

[9] 汪爱娟,李阿根,张舟娜. 呋虫胺等几种新药剂防治水稻稻飞虱与黑尾叶蝉药效试验[J]. 江西农业学报,2015(3):53 - 55.

[10] 张小磊,廖逊,毛凯凯,等. 湖北稻区褐飞虱田间种群对常用杀虫剂抗药性监测[J]. 昆虫学报,2016,59(11):1222 - 1231.

[11] 党志红,李耀发,潘文亮,等. 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):1676 - 1681.

[12] 鲁耀雄,崔新卫,张栋,等. 抗旱拌种剂对玉米生长及产量的影响[J]. 南方农业学报,2012,43(7):991 - 994.

[13] 刘登望,周山,刘升锐,等. 不同类型拌种剂对花生及根际微生物的影响[J]. 生态学报,2011,31(22):6777 - 6787.

[14] 徐蕾,赵彤华,钟涛,等. 药剂包衣对苗期大豆蚜防治效果与安全性评价[J]. 应用昆虫学报,2016,53(4):759 - 771.

[15] 刘光杰,陈爱辉,沈君辉. 白背飞虱为害对水稻产量的影响及防治指标的研究进展[J]. 应用昆虫学报,2003,40(1):1 - 5.

[16] 唐涛,刘都才,刘雪源,等. 噻虫嗪种子处理防治水稻蓟马及其对秧苗生长的影响[J]. 中国农学通报,2014,30(16):299 - 305.

[17] 刘海,曲海霞,曹海鑫,等. 不同种子包衣剂在水稻上的应用效果研究[J]. 现代农业科技,2015(16):124.

[18] 汤金仪,马桂椿,胡国文. 水稻白背飞虱为害损失测定及防治指标研究[J]. 植物保护学报,1992,19(2):139 - 144.

[19] 付佑胜,赵桂东,刘伟中. 70%噻虫嗪 WS 对水稻壮苗及稻飞虱的防治效果[J]. 南方农业学报,2012,43(4):454 - 457.

[20] 蒋庆琳,李鹏,张曼丽,等. 海南省水稻病毒病防治配套技术研究[J]. 中国植保导刊,2013(11):66 - 68.

(责任编辑:杨明丽)

(上接 210 页)

[10] 张柱亭,类成平,孙嵬,等. 气候变化对沈阳地区亚洲玉米螟发生世代的影响[J]. 玉米科学,2014,2(4):137 - 139.

[11] 戈峰. 应对全球气候变化的昆虫学研究[J]. 应用昆虫学报,2011,48(5):1117 - 1122.

[12] 杜尧,马春森,赵清华,等. 高温对昆虫影响的生理生化作用机理研究进展[J]. 生态学报,2007,27(4):1565 - 1572.

[13] 戈峰,陈法军. 大气 CO_2 浓度增加对昆虫的影响[J]. 生态学报,2006,26(3):935 - 945.

[14] 王连霞,何康来,罗宝君,等. 不同种类赤眼蜂对田间玉米螟的防治效果比较[J]. 黑龙江农业科学,2015(9):69 - 72.

[15] 许建军,郭文超,何疆,等. 新疆利用赤眼蜂防治玉米螟田间应用技术研究初报[J]. 新疆农业科学,2001,38(6):315 - 317.

[16] 赵秀梅,张树权,李维艳,等. 赤眼蜂防治玉米螟田间防效测定与评估[J]. 作物杂志,2010(2):93 - 94.

[17] 张丽英. 赤眼蜂对玉米螟防治技术研究[J]. 现代农业科学,2008(12):72 - 74.

[18] 王连霞. 齐齐哈尔市玉米螟发生规律的演变及应用赤眼蜂防治技术的研究[D]. 北京:中国农业科学院,2014.

[19] 罗宝君. 黑龙江省应用赤眼蜂防治农业害虫的发展现状及展望[J]. 现代农业科技,2017(8):136 - 138.

[20] 石会波. 寒地赤眼蜂防治玉米螟技术[J]. 吉林农业,2017(10):81.

(责任编辑:杨明丽)