

新烟碱类杀虫剂拌种对麦蚜田间防效 及药剂残留动态分析*

都振宝^{1**} 苗进¹ 武予清^{1***} 陈锡岭² 李广领² 巩中军¹ 段云¹ 蒋月丽¹

(1. 河南省农业科学院植物保护研究所 河南省农作物病虫害防治重点实验室

农业部华北南部作物有害生物综合治理重点实验室 郑州 450002;

2. 河南科技学院 新乡 453003)

摘 要 为了分析两代新烟碱类杀虫剂吡虫啉和噻虫嗪拌种对麦蚜的防治效果的差异以及2种药剂在小麦叶片内的残留动态,采用吡虫啉和噻虫嗪有效剂量0.5、1.0、2.0和4.0 g/kg小麦种子在播种前进行1次性拌种处理,随后调查了不同处理下田间麦蚜的种群密度,并对不同时期小麦叶片内的药剂残留进行了监测。结果表明:吡虫啉有效剂量2.0和4.0 g/kg,噻虫嗪有效剂量1.0、2.0和4.0 g/kg小麦种子播前拌种能有效的降低田间麦蚜的种群数量。在4月10日前,吡虫啉在小麦叶片内的含量明显高于噻虫嗪,4月28日后两者差异不明显。与吡虫啉相比,噻虫嗪对麦蚜具有更高的生物活性和控制效果。

关键词 吡虫啉, 噻虫嗪, 拌种, 麦蚜, 防治效果

Effectiveness of imidacloprid and thiamethoxam in controlling wheat aphids and the dynamics of pesticide residues in wheat leaves

DU Zhen-Bao^{1**} MIAO Jin¹ WU Yu-Qing^{1***} CHEN Xi-Ling² LI Guang-Ling²

GONG Zhong-Jun¹ DUAN Yun¹ JIANG Yue-Li¹

(1. Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Sciences, Henan Key Laboratory for Control of Crop Diseases and Insect Pests, IPM Key Laboratory in Southern Part of North China for Ministry of Agriculture, Zhengzhou 450002, China;

2. Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

Abstract The relative effectiveness of two second generation neonicotinoid insecticides, thiamethoxam and imidacloprid, in controlling wheat aphids and the dynamics of their residues in wheat leaves was investigated. Wheat seeds were treated with 0.5, 1, 2 and 4 a. i. g/kg of either thiamethoxam or imidacloprid before sowing and the population density of wheat aphids and the amount of pesticide residue in wheat leaves was determined at different points in time. The results show that both pesticides were effective in reducing populations of wheat aphids and the damage these cause to wheat crops. The best results were achieved by spraying wheat seeds with 2 and 4 a. i. g/kg of 25% imidacloprid and 1, 2 and 4 a. i. g/kg of 70% thiamethoxam. The concentration of thiamethoxam in wheat leaves before 10-Apr. was significantly lower than that of imidacloprid, but there was no difference in the amount of residue of either pesticide after 28 - Apr. In conclusion, thiamethoxam is a better choice for controlling wheat aphids than imidacloprid.

Key words imidacloprid, thiamethoxam, seeds dressing, wheat aphids, control effect

麦蚜是我国小麦的重要害虫之一(曹雅忠等, 2006; 韦永贵等, 2008),在小麦苗期,麦蚜多群集在麦叶背面、叶鞘及心叶处;小麦拔节、抽穗后,多

集中在茎、叶和穗部为害,大量排泄的蜜露影响植株的呼吸和光合作用(王冬燕等, 2006)。被害处呈浅黄色斑点,严重时叶片发黄,甚至整株枯死。

* 资助项目:公益性行业(农业)科研专项(201103022)、国家现代农业产业技术体系(CARS-03)。

** 华中农业大学2009年研究生

*** 通讯作者, E-mail: yuqingwu36@hotmail.com

收稿日期:2011-09-15, 接受日期:2011-10-25

穗期为害,造成小麦灌浆不足,籽粒干瘪,千粒重下降,引起严重减产。以乳熟期为害最重、损失最大。麦蚜又是传播植物病毒的重要昆虫媒介,以传播小麦黄矮病毒危害最大(杨效文,1991;李鹤鸣和林昌善,1993;徐利敏等,1998)。

麦蚜分布范围广,在我国各麦区均有发生,主要包括荻草谷网蚜 *Sitobion miscanthi* (Takahashi) (也用名麦长管蚜 *Sitobion avenae*),麦二叉蚜 *Schizaphis graminum* (Rondani) 和禾谷缢管蚜 *Rhopalosiphum padi* (Linnaeus),其中荻草谷网蚜和禾谷缢管蚜为优势种(高书晶等,2006)。

目前对于麦蚜的防治主要依靠化学药剂,之前多使用高毒高残留的药剂。但是随着新农药品种的开发,一些新型药剂,选择性农药、生物农药也用于麦蚜防治。新烟碱类杀虫剂是继有机磷、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯类后的第四大类杀虫剂,新烟碱类杀虫剂由于起作用方式不同而表现出明显的选择毒性(Tomizawa and Casida, 2003),对目前常用的各类杀虫剂没有交互抗性(Moriya et al., 1992; Zwart et al., 1994)。最早开发的此类杀虫剂是吡虫啉,称为第1代新烟碱类杀虫剂,此后相继开发出噻虫啉等更高效的杀虫剂称为第2代新烟碱类杀虫剂。

吡虫啉(imidacloprid)是氯化烟碱类杀虫剂,具有胃毒、内吸、拒食、驱避等作用,主要用于刺吸式口器害虫的防治(陈立和徐汉虹,1998)。吡虫啉在种子处理方面应用广泛,开发的产品也较多,但是是一些田间种群也已经产生了抗药性。噻虫啉(thiamethoxam)的作用机理与吡虫啉相似,不仅具有触杀、胃毒、内吸活性,而且具有更高效的活性、更好的安全性、更广的杀虫谱及作用速度快、持效期长等特点,最重要的是不与吡虫啉产生交互抗性。Nault等(2004)研究了吡虫啉和噻虫啉种子处理控制菜豆马铃薯叶蝉的效果,发现噻虫啉的保护作用更持久一些。

我国目前多使用一些高毒的药剂来进行种子处理,一些高效低毒的农药还没有大量使用(吴凌云等,2007)。新烟碱类杀虫剂是一类新型高效低毒的杀虫剂(Tomizawa and Casida, 2003),进行种子处理后可以在作物生长初期就进行害虫的防治,在一定程度上减缓了对环境的污染。本文对两代新烟碱类杀虫剂拌种防治麦蚜的效果进行了对比,并通过不同时期小麦叶片内的药剂残留量

的监测,对它们在田间的持效期进行了分析。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试药剂:25%吡虫啉可湿性粉剂(山东神星药业有限公司)、70%噻虫啉可分散粉剂(瑞士先正达作物保护有限公司)。

1.2 试验方法

实验在河南省农业科学院原阳试验基地进行,田间肥水条件和管理措施良好。在小麦播种前,以2种药剂有效剂量0.5、1.0、2.0、4.0 g分别与1 kg小麦种子混合均匀,然后加水100 mL搅拌,使药剂均匀的粘在种子表面,并让其自然晾干后播种。每个试验小区20 m²,每次处理重复3次。因为从播种至翌年的3月份气温较低,蚜虫数量极少未做调查,从2011年3月31日—5月10日每5 d调查1次,每个小区对角线5点取样,每点10株,调查整株上蚜量。在小麦的不同生育期,采集各试验小区小麦植株带回实验室进行叶片内药剂残留分析。共采集6次。在小麦成熟后采用五点取样法,每点剪取麦穗10穗,每小区共剪取50穗带回实验室剥穗、烘干后称取千粒重。

1.3 数据统计和处理

实验数据均表示为平均数±标准误(mean±SE),并以单因素方差分析(ANOVA)和Duncan多重比较分析吡虫啉和噻虫啉2种药剂不同剂量拌种对麦蚜种群控制作用,防治效果以及小麦千粒重的差异显著性($\alpha=0.05$)。

2 结果与分析

2.1 不同剂量吡虫啉和噻虫啉拌种对田间麦蚜种群动态的影响

不同剂量的吡虫啉和噻虫啉拌种处理后,不同处理间麦蚜的种群动态存在显著差异(表1)。自3月31日至5月11日,对照组、吡虫啉有效成分0.5 g/kg、吡虫啉有效成分1.0 g/kg和噻虫啉有效成分0.5 g/kg处理蚜虫种群数量出现了2次种群高峰,分别为在4月底和5月中旬。同时,第1个种群高峰药剂拌种处理种群数量与对照间差异不显著($df=3, 11$; $F=1.394$; $P=0.31$)。吡虫啉有效成分2.0 g/kg、吡虫啉有效成分4.0 g/kg、噻虫啉有效成分1.0 g/kg、噻虫啉有效成分

表 1 吡虫啉和噻虫嗪拌种对田间麦蚜种群动态的影响
Table 1 The effect of seeds dressing with thiamethoxam and imidacloprid on population density of wheat aphids in the field

处理 Treatments		调查日期 Sample date								
药剂 Insecticides	剂量 (g/kg) Dose	3 月 31 日	4 月 4 日	4 月 9 日	4 月 14 日	4 月 21 日	4 月 25 日	4 月 30 日	5 月 5 日	5 月 11 日
对照 CK		11.7 ± 6.4 _a	9.0 ± 2.31 _a	22.0 ± 4.9 _a	27.0 ± 10.4 _b	93.0 ± 41.0 _a	145.0 ± 25.0 _a	184.7 ± 12.2 _a	96.3 ± 52.4 _a	442.3 ± 175.8 _a
	0.5	3.0 ± 2.0 _b	5.0 ± 1.15 _b	16.0 ± 2.1 _{ab}	35.0 ± 14.0 _a	82.7 ± 13.8 _{ab}	105.3 ± 11.1 _{ab}	121.3 ± 18.8 _{ab}	77.7 ± 36.2 _a	471.7 ± 42.3 _a
	1	3.7 ± 1.8 _b	2.3 ± 1.5 _{bc}	5.7 ± 1.2 _c	13.3 ± 1.3 _{bc}	47.7 ± 10.8 _{bc}	114.7 ± 12.9 _{ab}	79.0 ± 15.4 _{bc}	73.7 ± 8.8 _{ab}	498.3 ± 76.9 _a
吡虫啉 Imidacloprid	2	3.0 ± 2.0 _b	0.7 ± 0.3 _c	5.3 ± 3.3 _c	6.0 ± 1.5 _c	19.7 ± 5.0 _c	38.0 ± 1.5 _c	47.7 ± 10.3 _{cde}	45 ± 11.7 _{abc}	476.0 ± 38.4 _a
	4	3.0 ± 2.5 _b	2.0 ± 1.2 _{bc}	2.3 ± 1.5 _c	5.0 ± 4.0 _c	28.3 ± 10.9 _c	30.7 ± 7.5 _c	39.0 ± 6.3 _{cde}	43.7 ± 11.2 _{abc}	298.3 ± 134.2 _{ab}
	0.5	4.0 ± 2.1 _b	1.0 ± 0.6 _c	4.3 ± 3.8 _c	12.3 ± 5.2 _{bc}	44.7 ± 7.2 _{bc}	86.7 ± 24.4 _b	113.7 ± 27.9 _{ab}	54.0 ± 5.3 _{abc}	433.0 ± 113.6 _a
噻虫嗪 Thiamethoxam	1	1.7 ± 1.2 _b	2.0 ± 1.5 _{bc}	7.3 ± 2.3 _{bc}	7.7 ± 3.2 _c	25.7 ± 13.1 _c	21.0 ± 4.0 _c	52.3 ± 31.9 _{cd}	40.7 ± 13.8 _{abc}	250.3 ± 72.7 _{ab}
	2	0 _b	0 _c	2.0 ± 0.6 _c	11.3 ± 8.4 _{bc}	13.0 ± 4.5 _c	7.3 ± 3.2 _c	6.3 ± 4.1 _e	2.7 ± 0.9 _c	156.0 ± 17.0 _b
	4	0 _b	0 _c	5.0 ± 4.5 _c	8.7 ± 6.3 _c	3.3 ± 1.3 _c	4.7 ± 2.3 _c	1.0 ± 0.6 _e	7.3 ± 4.3 _{bc}	149.0 ± 49.7 _b

注：表中数据为 mean ± SE，同一列数据后字母不同代表品种间差异达显著水平 ($P < 0.05$)。采用 Duncan 氏多重比较。
Data are mean ± SE, and followed by different letters in the same column indicate significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

2.0 g/kg 和噻虫嗪有效成分 4.0 g/kg 5 个处理只在 5 月中旬出现了 1 个种群高峰,噻虫嗪有效成分 2.0 g/kg 和噻虫嗪有效成分 4.0 g/kg 处理种群数量明显低于对照 ($df = 2, 8; F = 67.85; P = 0.0001$)。

2.2 不同剂量吡虫啉和噻虫嗪拌种对麦蚜的防治效果

不同时期、不同剂量的吡虫啉和噻虫嗪拌种对麦蚜的防治效果存在显著差异(图 1)。在麦蚜发生前期(3 月 31 日—4 月 15 日),除吡虫啉有效

成分 0.5 g/kg 处理防治效果(47.7% ~ 85.7%)较差外,其余各处理对田间麦蚜均表现出了良好的防治效果(80.1% ~ 100%)。在麦蚜发生中期(4 月 15 日—4 月 25 日),除吡虫啉有效成分 0.5 g/kg 处理防效较差外,吡虫啉有效成分 1.0 g/kg 处理和噻虫嗪有效成分 0.5 g/kg 处理防治效率也逐渐降低。在麦蚜发生高峰期(4 月 25 日—5 月 11 日),除了噻虫嗪有效成分 2.0 g/kg 和噻虫嗪有效成分 4.0 g/kg 处理对麦蚜防治效果变化较小外,其余各处理防治效果均有明显降低。

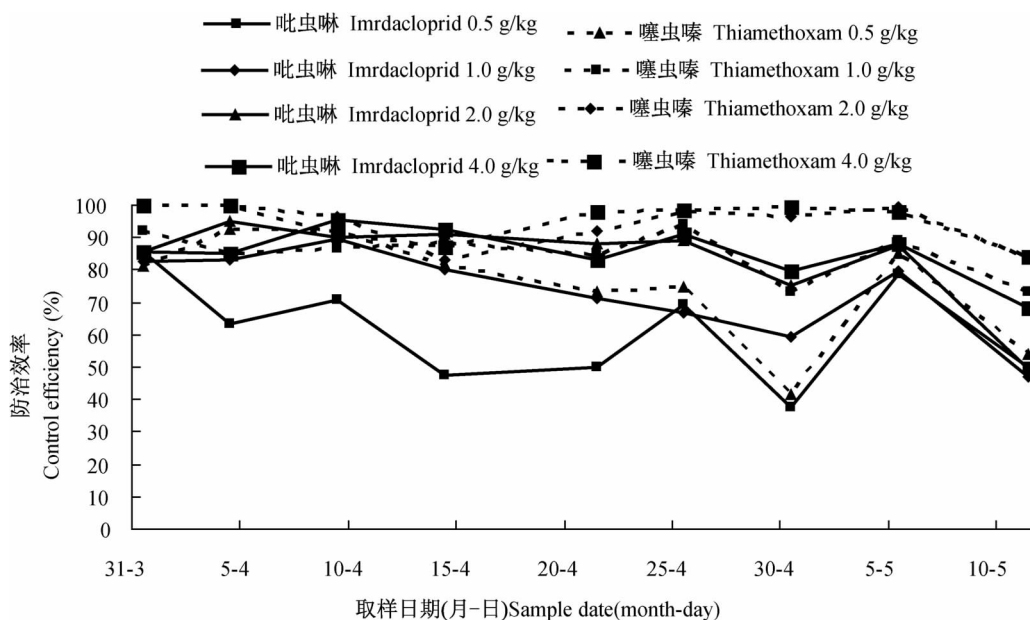


图 1 吡虫啉和噻虫嗪拌种对麦蚜的防治效果

Fig. 1 The control efficiency of seeds dressing with imidacloprid and thiamethoxam to wheat aphids

2.3 不同剂量吡虫啉和噻虫嗪拌种处理后药剂在小麦叶片内的残留动态

不同剂量的吡虫啉和噻虫嗪拌种后,小麦叶片内的药剂含量会随着时间的推移而降低,但不同处理药剂含量的下降速度和残留时间存在明显差异(图 2)。从 2010 年 12 月 22 日第 1 次取样至 2011 年 3 月 10 日,吡虫啉和噻虫嗪在小麦叶片内的浓度是一个缓慢降低的过程,吡虫啉下降的速度略高于噻虫嗪 ($df = 1, 7; F = 2.82; P = 0.144$)。3 月 10 日后,2 种药剂在叶片内的残留浓度迅速降低,至 4 月 28 日第 4 次取样时,吡虫啉有效成分 0.5、1.0、2.0 和 4.0 g/kg 处理小麦叶片内残留浓度分别为:0、0.005 和 0.055 mg/kg;噻

虫嗪有效成分 0.5、1.0、2.0 和 4.0 g/kg 处理小麦叶片内残留浓度分别为:0、0.013、0.013 和 0.019 mg/kg。

2.4 药剂处理后小麦千粒重分析

不同剂量的吡虫啉和噻虫嗪拌种处理对小麦的千粒重存在明显影响(图 3)。小麦千粒重随药剂拌种剂量的增大而增大,不同处理间差异显著 ($df = 8, 80; F = 2.08; P = 0.049$)。同时,噻虫嗪各剂量处理小麦千粒重略高于吡虫啉处理,这与对麦蚜的防治效果基本一致。

3 结论与讨论

麦蚜是危害小麦的重要害虫之一,减少麦蚜

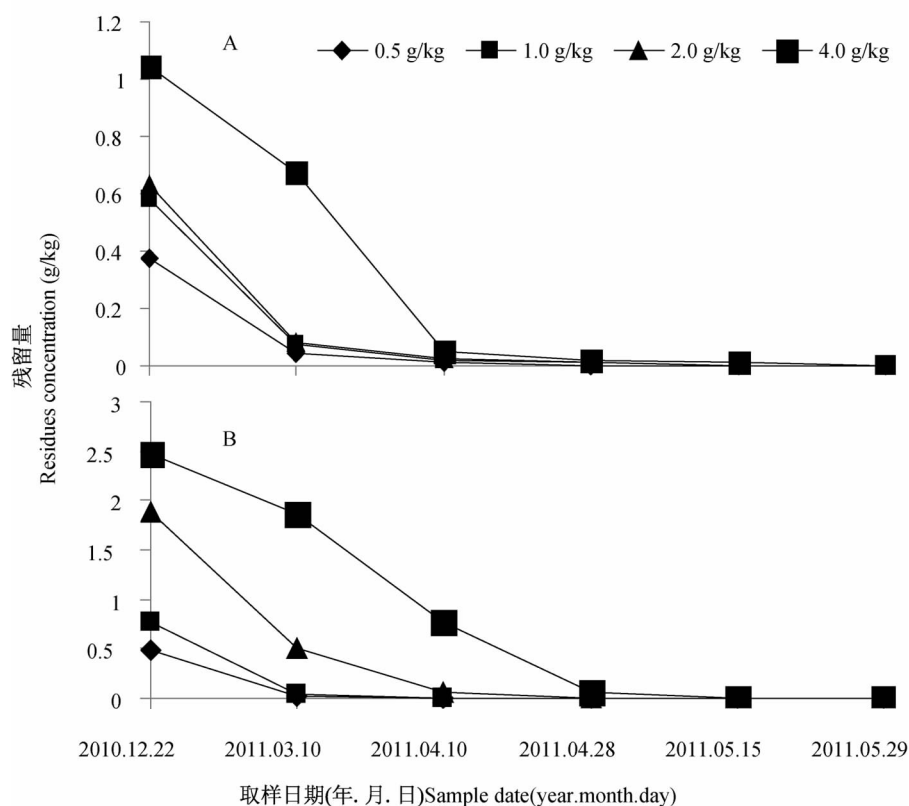


图2 吡虫啉和噻虫嗪在小麦叶片内的残留动态

Fig. 2 Residue dynamics of imidacloprid and thiamethoxam in wheat leaves

A: 噻虫嗪 Thiamethoxam; B: 吡虫啉 Imidacloprid.

的危害对增加小麦产量具有重要意义。试验结果表明,利用新烟碱类杀虫剂吡虫啉和噻虫嗪拌种对麦蚜均具有良好的防治效果,特别在麦蚜发生的中前期,能够显著降低田间麦蚜的种群数量。在一定的范围内,药剂在小麦叶片内的残留量和残留时间与拌种时使用剂量成正比。在使用相同剂量下,噻虫嗪的防治效果要优于吡虫啉。在小麦生长后期,吡虫啉和低剂量噻虫嗪处理(有效含量0.5和1 g/kg种子)对麦蚜的防治效果降低,还需要增加叶面喷雾防治。

吡虫啉作为新烟碱类杀虫剂已经广泛的应用于麦蚜的防治(邱光等,1995),普遍通过喷雾的方法使用,种子处理却比较少。吡虫啉用于种子处理对麦蚜的防治效果好,防效长。但低剂量的吡虫啉拌种处理对小麦生长后期蚜虫的防治效果较差,而高剂量的吡虫啉拌种对小麦出苗率存在显著影响;同时,吡虫啉的大量使用使得麦蚜的抗性也凸显出来。如何解决吡虫啉使用过程中使用剂量与防效、防治时间、出苗率以及抗药性等方

面的矛盾已经成为一个重要问题。噻虫嗪作为第2代烟碱类杀虫剂,具有更高效的活性、更好的安全性、更广的杀虫谱及作用速度快、持效期长等特点,最重要的是不与吡虫啉产生交互抗性。本试验证明噻虫嗪在防治麦蚜的效果上要优于吡虫啉,可以在更少的用量上达到较好的防治效果,可以作为吡虫啉的替代品。

我国目前在种子处理剂方面也存在一些问题:(1)对新烟碱类种衣剂开发比较少,加强新烟碱类种衣剂的开发将有助于麦蚜的有效防治。(2)麦蚜对烟碱类杀虫剂的抗性。国外已经发现了蚜虫对吡虫啉产生了抗性(唐振华等,2006),合理的用药已经成为一个很重要的问题。

参考文献 (References)

- 曹雅忠,李克斌,尹姣,张克诚,李贤庆,2006. 小麦蚜虫不断猖獗原因及控制对策的探讨. 植物保护, 32(5): 72—75.
- 陈立,徐汉虹,1998. 新型烟碱型杀虫剂吡虫啉作用机制

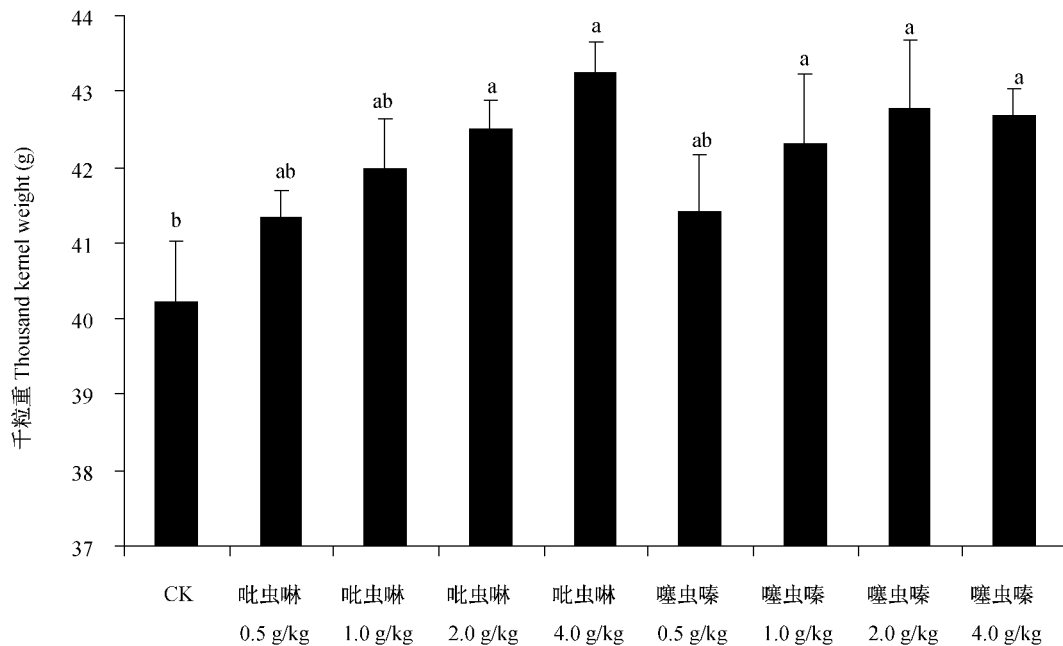


图3 吡虫啉和噻虫嗪拌种对小麦千粒重的影响

Fig. 3 The effect of seeds dressing with imidacloprid and thiamethoxam on thousand grain weight of wheat

相同小写字母表示二者差异不显著 ($P > 0.05$)。

Histograms with same letters indicate no significant difference at 0.05 level.

研究进展. 湖北农学院学报, 18(1):85—88.

高书晶, 庞保平, 周晓榕, 董奇彪, 2006. 麦田昆虫群落结构及多样性的季节动态. 昆虫知识, 43(3):295—299.

李鹄鸣, 林昌善, 1993. 麦长管蚜为害小麦经济阈值研究. 昆虫知识, 30(2):74—78.

邱光, 顾正远, 肖英方, 1995. 吡虫啉对蚜虫的防效. 农药, 34(6):31—32.

Moriya K, Shibuya K, Hattori Y, Tsuboi S, Shiokawa K, Kagabu S, 1992. 1-(6-Chloronicotiny)-2-nitroimino imidazolidines and related compound as potential new insecticides. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 56:364—365.

Nault BA, Taylor AG, Urwiler M, Rabaey T, Hutchison WD, 2004. Neonicotinoid seed treatments for managing potato leafhopper infestations in snap bean. *Crop Prot.*, 23(2):147—154.

唐振华, 陶黎明, 李忠, 2006. 害虫对新烟碱类杀虫剂的抗药性及其治理策略. 农药学报, 8(3):195—202.

Tomizawa M, Casida JE, 2003. Selective toxicity of neonicotinoids attributable to specificity of insect and mammalian nicotinic receptors. *Ann. Rev. Entomol.*, 48:339—364.

王冬燕, 申小卫, 郭线茹, 杨文玲, 刘欢, 2006. 小麦生长中后期2种麦蚜垂直分布及生态位的研究. 河南农业科学, 10:56—58.

韦永贵, 孙跃先, 李克斌, 尹姣, 郭萧, 曹雅忠, 2008. 麦长管蚜自然种群结构动态的初步研究. 中国植保导刊, 6:5—8.

吴凌云, 李明, 姚东伟, 2007. 化学农药型种衣剂的应用与发展. 农药, 46(9):577—580.

徐利敏, 齐凤鸣, 张建平, 张建忠, 曹春梅, 陈景莲, 1998. 麦长管蚜危害小麦产量损失的初步研究. 内蒙古农业科技, 5:27—28.

杨效文, 1991. 麦长管蚜穗型蚜研究初报. 华北农学报, 6(2):103—107.

Zwart R, Oortgiesen M, Vijerberg HPM, 1994. Nitromethylene heterocycles: selective againsts of nicotinic receptors in locust neurons compared to mouse N1E-115 and BC3H1 cells. *Pestic. Biochem. Physiol.*, 48(3):202—213.