

# 三甲苯草酮与几种除草剂混用的协同作用测定

吴仁海,孙慧慧,苏旺苍,徐洪乐,魏红梅,薛飞,鲁传涛\*,张玉聚,孙建伟  
(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,河南 郑州 450002)

**摘要:**为评估三甲苯草酮与其他除草剂混用的协同效应,室内通过整株生物测定法研究三甲苯草酮、炔草酯、唑啉草酯、啶磺草胺、氟唑磺隆、甲基二磺隆对多花黑麦草、碱茅、硬草、野燕麦的活性,并初步评价了三甲苯草酮与几种麦田禾本科杂草常用除草剂混用的协同作用。结果表明,三甲苯草酮与几种除草剂混用对多花黑麦草均表现出相加作用,对硬草主要表现出拮抗作用。防治碱茅时,三甲苯草酮与炔草酯、唑啉草酯混用表现出相加作用,与啶磺草胺混用表现出拮抗作用,与甲基二磺隆混用,不同剂量下表现出相加或拮抗作用。防治野燕麦时,三甲苯草酮与唑啉草酯混用表现出相加作用,与啶磺草胺、氟唑磺隆混用表现出拮抗作用,与甲基二磺隆混用以拮抗作用为主,与炔草酯混用时,随炔草酯混用剂量变化而表现出拮抗或相加作用。综上,三甲苯草酮与其他除草剂混用时,对不同杂草的协同作用有较大差异,应根据田间草相选择合适的混配除草剂。

**关键词:** 除草剂;三甲苯草酮;小麦;禾本科杂草;协同作用

**中图分类号:** S482.4      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2018)05-0079-06

## Synergistic Effects of Tralkoxydim in Combination with Several Herbicides

WU Renhai, SUN Huihui, SU Wangcang, XU Hongle, WEI Hongmei, XUE Fei,  
LU Chuantao\*, ZHANG Yuju, SUN Jianwei  
(Institute of Plant Protection, Henan Academy of Agricultural Science/Henan Key Laboratory of  
Crop Pest Control, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** In order to evaluate the synergistic effects of tralkoxydim in combination with several herbicides, whole plant bioassay experiments were conducted to investigate herbicidal efficacy of tralkoxydim, clodinafop-propargyl, pinoxaden, pyroxsulam, flucarbazone-Na, mesosulfuron-methyl on *Lolium multiflorum* Lamk., *Puccinellia distans* (L.) Parl., *Sclerochloa dura* (L.) Beauv., *Avena fatua* L., and the synergistic effects of tralkoxydim in combination with other herbicides were preliminarily evaluated. The results showed that the synergistic effects of tralkoxydim in combination with other herbicides were additive for controlling *L. multiflorum* Lamk., and those were mainly antagonistic for controlling *S. dura* (L.) Beauv. For controlling *P. distans* (L.) Parl., the synergistic effects of tralkoxydim in combination with clodinafop-propargyl, pinoxaden, and pyroxsulam were additive, additive, antagonistic, respectively, while those were additive or antagonistic depending on the doses when tralkoxydim was in combination with mesosulfuron-methyl. For controlling *A. fatua* L., the synergistic effects of tralkoxydim in combination with pinoxaden, pyroxsulam, and flucarbazone-Na were additive, antagonistic, antagonistic, respectively, those of tralkoxydim in combination with mesosulfuron-methyl were mainly antagonistic, while those were additive or antagonistic depending on the doses when tralkoxydim was in combination with clodinafop-propargyl. This study indicated that appropriate herbicidal mixture should be designed due to the weeds in fields,

收稿日期:2017-10-31  
基金项目:国家重点研发计划项目(2016YFD0200503)  
作者简介:吴仁海(1976-),男,河南信阳人,副研究员,博士,主要从事农药应用技术及除草剂药害研究。  
E-mail: renhai.wu@163.com

\* 通讯作者:鲁传涛(1964-),男,河南杞县人,研究员,主要从事作物病虫草害综合防治研究。E-mail: chuantao@ qq.com

since the synergistic effects of tralkoxydim in combination with other herbicides were obviously different on different grass weeds.

**Key words:** Herbicides; Tralkoxydim; Wheat; Grass weeds; Synergistic effect

麦田杂草种类繁多,不同杂草对不同除草剂敏感性差异较大,因此,麦田杂草防控常常需要多种除草剂混合使用。三甲苯草酮,也叫肟草酮,属环己烯酮类除草剂,作用于植物乙酰辅酶 A 羧化酶(Acetyl-CoA carboxylase, ACCase),最早由捷利康公司开发。在国内,沈阳科创化学品有限公司、江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司等公司进行了登记生产。研究表明,三甲苯草酮对蒺藜、日本看麦娘、看麦娘、硬草、多花黑麦草等防治效果较好,但对野燕麦、早熟禾、雀麦等防治效果较差<sup>[1-5]</sup>,因此,在杂草群落复杂的田块,常常需要与其他除草剂混合使用。除草剂混合使用,不仅需要考虑杀草谱的互补作用,还要考虑不同除草剂混用的协同效应。刘福海等<sup>[6]</sup>试验表明,三甲苯草酮与溴苯腈混用对看麦娘及荠菜、播娘蒿等麦田杂草有较好的控制效果,但三甲苯草酮与其他麦田禾本科杂草除草剂混用的联合效应未见报道。通过合适的混用,能够延缓抗药性、提高药效、扩大杀草谱,弥补三甲苯草酮对部分杂草防效较低的缺陷,提高对麦田杂草群落的综合控制作用,促进三甲苯草酮的市场开发和推广应用。为此,在室内对三甲苯草酮与炔草酯、唑啉草酯、啶磺草胺、氟唑磺隆、甲基二磺隆等除草剂混用的联合效应进行了测定,以期为该药剂的田间使用提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

1.1.1 供试杂草 多花黑麦草,购于郑州市陈寨花卉市场;碱茅、硬草、野燕麦,均采集于河南省开封市祥符区。

1.1.2 供试药剂 ACCase 抑制剂:40% 三甲苯草酮 WDG,江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司生产;8% 炔草酯 EW,江苏中旗作物保护股份有限公司生产;5% 唑啉草酯 EC,瑞士先正达作物保护有限公司生产。

乙酰乳酸合成酶(ALS)抑制剂:7.5% 啶磺草胺 WDG,美国陶氏益农公司生产;30 g/L 甲基二磺隆 SC,德国拜耳作物科学公司生产;70% 氟唑磺隆 WDG,爱利思达生物化学品北美有限公司生产。

### 1.2 杂草培育

所用土壤取自河南省农业科学院试验田,阴干、过筛后,加入草炭与蛭石,三者比例为 3:1:1。取该

混合土壤适量于塑料盆钵(直径 8.5 cm,高度 8.2 cm)中,分别播种多花黑麦草、碱茅、硬草、野燕麦,多花黑麦草、野燕麦 10 粒/盆,碱茅、硬草 20 粒/盆,覆土 1 cm,从盆钵底部浇透水,置于人工温室,培养温度为白天(20±5)℃、夜间(15±5)℃。

多花黑麦草、野燕麦 1 叶 1 心期,碱茅、硬草 2 叶期,间苗,保留多花黑麦草、野燕麦 7 株/盆,碱茅、硬草 10 株/盆,待用。

### 1.3 试验设计

基于参考文献及田间推荐剂量<sup>[7]</sup>,设计各除草剂有效成分范围如下:40% 三甲苯草酮 WDG 20~160 g/hm<sup>2</sup>,8% 炔草酯 EW 5~24 g/hm<sup>2</sup>,5% 唑啉草酯 EC 3~24 g/hm<sup>2</sup>,7.5% 啶磺草胺 WDG 3~24 g/hm<sup>2</sup>,30 g/L 甲基二磺隆 SC 4.5~27 g/hm<sup>2</sup>,70% 氟唑磺隆 WDG 30、60 g/hm<sup>2</sup>。针对每种杂草选用 2 个除草剂剂量,并设置三甲苯草酮与其他除草剂不同剂量的混合处理,每种杂草设置无药剂处理的空白对照(CK)。施药方法参照吴仁海等<sup>[8]</sup>的方法,施药液量为 450 kg/hm<sup>2</sup>。每个处理设置 3 次重复,药后 14 d 调查杂草地上部分鲜质量,计算鲜质量抑制率,鲜质量抑制率=(对照鲜质量-处理鲜质量)/对照鲜质量×100%。

### 1.4 数据分析

以 Gowing 法计算混剂除草活性,其他计算分析参照文献[9]使用 Excel 进行。

以 A 和 B 两药剂混用为例,理论防效按下式计算:

$$E_0 = X + Y(100 - X)/100$$

式中,X 为除草剂 A 用量为 P 时的杂草防效(%);Y 为除草剂 B 用量为 Q 时的杂草防效(%);E<sub>0</sub> 表示除草剂 A 用量为 P 时理论防效+除草剂 B 用量为 Q 时的理论防效(%)。

E 表示除草剂 A 与除草剂 B 混用后的实测防效(%)。E-E<sub>0</sub><-10%,混用的协同作用为拮抗作用;-10%≤E-E<sub>0</sub>≤10%,为相加作用;E-E<sub>0</sub>>10%,为增效作用。

## 2 结果与分析

### 2.1 除草剂混用对多花黑麦草的协同作用

室内活性测定表明,三甲苯草酮、炔草酯、唑啉草酯、啶磺草胺、氟唑磺隆在供试剂量下对多花黑麦草均有较高活性(表 1),介于 91.75%~97.40%,各

除草剂混用对多花黑麦草的鲜质量抑制率介于 92.70% ~ 97.69%,三甲苯草酮与炔草酯、唑啉草酯、啶磺草胺、氟唑磺隆混用均表现出相加作用。

多花黑麦草是一种草坪绿化植物,近年来入侵到小麦田,十分难以防治,不同地域黑麦草对除草剂

的抗药性水平也有较大差异。高兴祥等<sup>[7]</sup>研究表明,三甲苯草酮、炔草酯、唑啉草酯对多花黑麦草的控制作用较好,而啶磺草胺、氟唑磺隆对多花黑麦草的效果较差,部分结论与本研究相悖,可能是采用的种子资源差异所造成的。

表 1 三甲苯草酮与 4 种除草剂混用对多花黑麦草的活性

处理	剂量/ (g/hm <sup>2</sup> )	鲜质量/g	实测防效(E)/%	理论防效(E <sub>0</sub> )/%	E - E <sub>0</sub> /%	协同作用
CK		0.259 1				
40% 三甲苯草酮 WDG	20	0.020 8	91.97			
	40	0.019 3	92.56			
8% 炔草酯 EW	5	0.015 0	94.20			
	15	0.011 3	95.64			
5% 唑啉草酯 EC	3	0.010 0	96.14			
	6	0.006 7	97.40			
7.5% 啶磺草胺 WDG	3	0.021 4	91.75			
	6	0.019 0	92.65			
70% 氟唑磺隆 WDG	30	0.020 5	92.10			
	60	0.014 6	94.37			
40% 三甲苯草酮 WDG + 8% 炔草酯 EW	20 + 5	0.012 6	95.12	99.53	-4.41	相加
	20 + 15	0.010 1	96.08	99.65	-3.57	相加
	40 + 5	0.012 4	95.21	99.57	-4.36	相加
	40 + 15	0.008 7	96.63	99.68	-3.05	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 5% 唑啉草酯 EC	20 + 3	0.006 4	97.54	99.69	-2.15	相加
	20 + 6	0.006 1	97.66	99.79	-2.13	相加
	40 + 3	0.008 1	96.86	99.71	-2.85	相加
	40 + 6	0.006 0	97.69	99.81	-2.12	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 7.5% 啶磺草胺 WDG	20 + 3	0.018 4	92.90	99.34	-6.43	相加
	20 + 6	0.017 2	93.38	99.41	-6.03	相加
	40 + 3	0.018 9	92.70	99.39	-6.68	相加
	40 + 6	0.014 3	94.49	99.45	-4.96	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 70% 氟唑磺隆 WDG	20 + 30	0.013 1	94.94	99.37	-4.43	相加
	20 + 60	0.010 2	96.06	99.55	-3.49	相加
	40 + 30	0.015 9	93.88	99.41	-5.54	相加
	40 + 60	0.013 8	94.67	99.58	-4.91	相加

2.2 除草剂混用对碱茅的协同作用

甲基二磺隆对碱茅表现出较好的防治作用,有效成分使用量 9 ~ 27 g/hm<sup>2</sup> 时对碱茅的防效为 78.09% ~ 92.83%,供试剂量下三甲苯草酮、炔草酯、唑啉草酯、啶磺草胺对碱茅的防效低于 80%,控制作用中等(表 2)。三甲苯草酮与炔草酯、唑啉草酯混用对碱茅的控制作用均较其单独使用时上升,部分处理对碱茅的鲜质量抑制率达到 80% 以上,表现出相加作用。三甲苯草酮与啶磺草胺混用对碱茅生长的抑制率均低于理论防效 10% 以上,表现出拮抗作用。三甲苯草酮与甲基二磺隆混用对碱茅的协同效应与使用剂量相关,低剂量三甲苯草酮与甲基二磺隆混用表现出相加作用,而高剂量三甲苯草酮与甲基二磺隆混用表现出相加或拮抗作用。

2.3 除草剂混用对硬草的协同作用

供试剂量下啶磺草胺、甲基二磺隆、氟唑磺隆对

硬草均有较高的抑制作用,鲜质量抑制率介于 74.18% ~ 90.17%,而炔草酯、三甲苯草酮及唑啉草酯对硬草的防效相对较低,鲜质量抑制率低于 70%(表 3)。三甲苯草酮与唑啉草酯、氟唑磺隆、甲基二磺隆混用对硬草的防效较理论防效降低 10% 以上,表现出拮抗作用;三甲苯草酮与炔草酯混用的协同作用以拮抗为主,4 个混用处理中,仅 1 个表现相加作用,其余 3 个均为拮抗作用;三甲苯草酮与低剂量啶磺草胺混用表现出拮抗作用,与高剂量啶磺草胺混用表现出相加作用,表明二者混用的协同作用与使用剂量相关。

2.4 除草剂混用对野燕麦的协同作用

室内测定结果表明,试验剂量下炔草酯、唑啉草酯对野燕麦的活性相对较高,鲜质量抑制率高于 80%;三甲苯草酮、甲基二磺隆对野燕麦的活性中等,鲜质量抑制率介于 67.47% ~ 78.55%;而啶磺

草胺、氟唑磺隆对野燕麦的活性相对较差,鲜质量抑制率低于 65% (表 4)。三甲苯草酮与唑啉草酯混用表现出相加作用,与啶磺草胺、氟唑磺隆混用表现出拮抗作用,与甲基二磺隆混用以拮抗作用为主,4 个混用处理中,仅 1 个表现相加作用,其余 3 个均为拮抗作用。三甲苯草酮与低剂量炔草酯混用表现出拮抗作用,与高剂量炔草酯混用表现出相加作用,表明二者混用的协同作用与使用剂量相关。

表 2 三甲苯草酮与 4 种除草剂混用对碱茅的活性

处理	剂量/ (g/hm <sup>2</sup> )	鲜质量/g	实测防效(E)/%	理论防效(E <sub>0</sub> )/%	E-E <sub>0</sub> /%	协同作用
CK		2.136 4				
40% 三甲苯草酮 WDG	80	0.774 9	63.73			
	160	0.720 2	66.29			
8% 炔草酯 EW	5	0.886 0	58.53			
	15	0.452 2	78.84			
5% 唑啉草酯 EC	5	1.175 4	44.98			
	15	1.072 1	49.82			
7.5% 啶磺草胺 WDG	5	0.699 5	67.26			
	15	0.678 1	68.26			
30 g/L 甲基二磺隆 SC	9	0.468 0	78.09			
	27	0.153 1	92.83			
40% 三甲苯草酮 WDG + 8% 炔草酯 EW	80 + 5	0.136 5	93.61	84.96	8.65	相加
	80 + 15	0.189 7	91.12	92.32	-1.20	相加
	160 + 5	0.280 4	86.88	86.02	0.86	相加
	160 + 15	0.165 8	92.24	92.87	-0.62	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 5% 唑啉草酯 EC	80 + 5	0.494 6	76.85	80.04	-3.19	相加
	80 + 15	0.423 5	80.18	81.80	-1.62	相加
	160 + 5	0.528 7	75.25	81.45	-6.20	相加
	160 + 15	0.392 8	81.61	83.08	-1.47	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 7.5% 啶磺草胺 WDG	80 + 5	0.661 1	69.06	88.12	-19.07	拮抗
	80 + 15	0.499 9	76.60	88.49	-11.89	拮抗
	160 + 5	0.863 3	59.59	88.96	-29.37	拮抗
	160 + 15	0.527 3	75.32	89.30	-13.98	拮抗
40% 三甲苯草酮 WDG + 30 g/L 甲基二磺隆 SC	80 + 9	0.174 4	91.84	92.05	-0.22	相加
	80 + 27	0.252 3	88.19	97.40	-9.21	相加
	160 + 9	0.423 6	80.17	92.62	-12.44	拮抗
	160 + 27	0.188 2	91.19	97.58	-6.39	相加

表 3 三甲苯草酮与 5 种除草剂混用对硬草的活性

处理	剂量/ (g/hm <sup>2</sup> )	鲜质量/g	实测防效(E)/%	理论防效(E <sub>0</sub> )/%	E-E <sub>0</sub> /%	协同作用
CK		0.182 1				
40% 三甲苯草酮 WDG	20	0.107 5	40.98			
	80	0.058 1	68.08			
8% 炔草酯 EW	5	0.068 4	62.43			
	15	0.056 1	69.20			
5% 唑啉草酯 EC	6	0.173 4	4.80			
	12	0.085 9	52.86			
7.5% 啶磺草胺 WDG	3	0.043 1	76.34			
	12	0.021 7	88.07			
70% 氟唑磺隆 WDG	30	0.042 1	76.90			
	60	0.038 3	78.99			
30 g/L 甲基二磺隆 SC	4.5	0.047 0	74.18			
	18	0.017 9	90.17			
40% 三甲苯草酮 WDG + 8% 炔草酯 EW	20 + 5	0.161 9	11.13	47.54	-36.42	拮抗
	20 + 15	0.119 5	34.39	61.27	-26.89	拮抗
	80 + 5	0.021 1	88.42	96.30	-7.89	相加
	80 + 15	0.046 4	74.51	87.08	-12.57	拮抗
40% 三甲苯草酮 WDG + 5% 唑啉草酯 EC	20 + 6	0.049 2	73.01	84.07	-11.06	拮抗
	20 + 12	0.078 8	56.75	74.47	-17.72	拮抗

续表 3 三甲苯草酮与 5 种除草剂混用对硬草的活性

处理	剂量/ (g/hm <sup>2</sup> )	鲜质量/g	实测防效(E)/%	理论防效(E <sub>0</sub> )/%	E - E <sub>0</sub> /%	协同作用
40% 三甲苯草酮 WDG + 7.5% 啶磺草胺 WDG	80 + 6	0.129 5	28.92	77.31	-48.40	拮抗
	80 + 12	0.117 8	35.32	79.36	-44.03	拮抗
	20 + 3	0.076 3	58.13	75.28	-17.16	拮抗
	20 + 12	0.018 8	89.68	93.91	-4.23	相加
	80 + 3	0.068 2	62.55	88.05	-25.49	拮抗
40% 三甲苯草酮 WDG + 70% 氟唑磺隆 WDG	80 + 12	0.016 9	90.70	97.03	-6.33	相加
	20 + 30	0.081 5	55.27	73.60	-18.33	拮抗
	20 + 60	0.056 4	69.05	81.73	-12.68	拮抗
	80 + 30	0.072 9	59.96	87.22	-27.26	拮抗
	80 + 60	0.056 8	68.80	90.04	-21.24	拮抗
40% 三甲苯草酮 WDG + 30 g/L 甲基二磺隆 SC	20 + 4.5	0.127 2	30.16	58.78	-28.62	拮抗
	20 + 18	0.057 1	68.67	81.51	-12.84	拮抗
	80 + 4.5	0.082 3	54.83	85.58	-30.75	拮抗
	80 + 18	0.039 5	78.29	93.07	-14.78	拮抗

表 4 三甲苯草酮与 5 种除草剂混用对野燕麦的活性

处理	剂量/ (g/hm <sup>2</sup> )	鲜质量/g	实测防效(E)/%	理论防效(E <sub>0</sub> )/%	E - E <sub>0</sub> /%	协同作用
CK		2.534 2				
40% 三甲苯草酮 WDG	80	0.642 9	74.63			
	160	0.543 6	78.55			
8% 炔草酯 EW	12	0.495 6	80.44			
	24	0.407 3	83.93			
5% 唑啉草酯 EC	12	0.343 0	86.47			
	24	0.302 3	88.07			
7.5% 啶磺草胺 WDG	12	1.147 6	54.71			
	24	0.910 6	64.07			
70% 氟唑磺隆 WDG	30	1.015 7	59.92			
	60	1.226 0	51.62			
30 g/L 甲基二磺隆 SC	9	0.824 3	67.47			
	18	0.578 2	77.19			
40% 三甲苯草酮 WDG + 8% 炔草酯 EW	80 + 12	0.361 2	85.75	96.38	-10.64	拮抗
	80 + 24	0.296 7	88.29	97.03	-8.74	相加
	160 + 12	0.329 0	87.02	97.22	-10.20	拮抗
	160 + 24	0.267 6	89.44	97.73	-8.29	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 5% 唑啉草酯 EC	80 + 12	0.240 1	90.53	97.60	-7.07	相加
	80 + 24	0.302 8	88.05	96.97	-8.92	相加
	160 + 12	0.286 8	88.68	97.57	-8.89	相加
	160 + 24	0.221 2	91.27	98.13	-6.86	相加
40% 三甲苯草酮 WDG + 7.5% 啶磺草胺 WDG	80 + 12	0.822 8	67.53	91.76	-24.23	拮抗
	80 + 24	0.877 8	65.36	91.21	-25.85	拮抗
	160 + 12	0.751 9	70.33	93.64	-23.31	拮抗
	160 + 24	0.746 6	70.54	93.68	-23.14	拮抗
40% 三甲苯草酮 WDG + 70% 氟唑磺隆 WDG	80 + 30	0.875 7	65.44	91.23	-25.79	拮抗
	80 + 60	1.002 3	60.45	89.97	-29.52	拮抗
	160 + 30	0.794 1	68.66	93.28	-24.61	拮抗
	160 + 60	0.768 8	69.66	93.49	-23.83	拮抗
40% 三甲苯草酮 WDG + 30 g/L 甲基二磺隆 SC	80 + 18	0.292 4	88.46	97.07	-8.61	相加
	80 + 9	0.504 1	80.11	94.95	-14.84	拮抗
	160 + 18	0.409 6	83.84	96.53	-12.70	拮抗
	160 + 9	0.397 7	84.31	96.63	-12.33	拮抗

3 结论与讨论

近年来,随着种植制度的调整、地区间种子调运及耕作制度的改变,小麦田禾本科杂草发展迅速<sup>[7,10]</sup>,野燕麦在全国各小麦产区均有发生,碱茅、硬草在沿黄稻麦轮作区发生危害严重<sup>[11]</sup>,多花黑麦草在局部田块暴发成灾<sup>[10,12-13]</sup>,而多种禾本科杂草

混合发生的现象也日益普遍<sup>[14]</sup>。目前,麦田禾本科杂草防治药剂主要为 ALS 和 ACCase 抑制剂类除草剂<sup>[15]</sup>,可供选择的除草剂种类较少,需将这些除草剂组合使用,方能最大限度地控制杂草危害、延缓杂草抗药性产生速度,保证小麦丰产稳产。根据不同农药混用后活性的变化,常常将农药的协同作用分类为增效作用、相加作用和拮抗作用<sup>[16]</sup>,田间使用

时,应选择增效或相加效应的农药进行混配使用,尽量避免将有拮抗作用的农药混配使用。本研究对 ACCase 抑制剂类除草剂三甲苯草酮与炔草酯、唑草酯、甲基二磺隆、啶磺草胺、氟唑磺隆等几种麦田禾本科杂草常用除草剂混用的协同作用进行了初步评价,结果表明,三甲苯草酮与几种除草剂混用对不同杂草的协同作用有很大差异,对多花黑麦草均表现出相加作用,对硬草主要表现出拮抗作用。防治碱茅或野燕麦时,三甲苯草酮与不同除草剂在不同剂量下混用的协同作用各不相同,主要表现出相加或拮抗作用。因此田间使用时,应根据杂草种类及其对除草剂的敏感性,选择合适的混用除草剂及剂量,避免与具有拮抗效应的除草剂混用。

#### 参考文献:

- [1] 徐光曙,赵飞,袁斌. 40% 三甲苯草酮 WG 对冬小麦田禾本科杂草的防效[J]. 农药,2007,46(9):628-629.
- [2] 郭良芝,郭青云,辛存岳,等. 三甲苯草酮对春小麦田野燕麦的防效[J]. 杂草科学,2008(2):56-67.
- [3] 张胜菊,杨伍群,张桂娟,等. 4 种除草剂对小麦田雀麦 (*Bromus japonicus*) 的田间药效试验[J]. 大麦与谷类科学,2016,33(4):59-60.
- [4] 林长福,高爽,马宏娟,等. 三甲苯草酮室内生测试验[J]. 农药,2009,48(2):153-155.
- [5] 李丽珍. 三甲苯草酮防治小麦田杂草效果研究[J]. 现代农业科技,2010(5):141,144.
- [6] 刘福海,徐成明,高明. 75% 炔草酮·溴苯腈水分散粒剂防除麦田杂草试验[J]. 农药,2008,47(10):773-774,776.
- [7] 高兴祥,李美,葛秋玲,等. 啶磺草胺等 8 种除草剂对小麦田 8 种禾本科杂草的生物活性[J]. 植物保护学报,2011,38(6):557-562.
- [8] 吴仁海,孙慧慧,王彦兵,等. 9 种助剂对精噁唑禾草灵、炔草酯除草活性的影响[J]. 河南农业科学,2015,44(12):84-87.
- [9] 黄剑,吴文君. 利用 EXCEL 快速进行毒力测定中的致死中量计算和卡方检验[J]. 昆虫知识,2004,41(6):594-598.
- [10] 高兴祥,李美,房锋,等. 防除多花黑麦草等 4 种禾本科杂草的药剂活性测定[J]. 草业学报,2014,23(6):349-354.
- [11] 李明周,沙广乐,傅秀莲. 硬草、碱茅的生物学特性及发生规律研究[J]. 植物保护,1993,19(1):48-49.
- [12] 郝平顺,张立. 高度警惕麦田恶性杂草多花黑麦草蔓延危害[J]. 陕西农业科学,2015,61(7):50-51.
- [13] 王合松,宋玉立,李九英,等. 警惕麦田恶性杂草多花黑麦草蔓延危害[J]. 植物保护,2008,34(2):149-151.
- [14] 方果,李耀光. 山西省南部麦田禾本科恶性杂草发生及防除对策[J]. 山西农业科学,2008,36(3):75-78.
- [15] 刘洋. 小麦田除草剂品种大梳理及趋势展望[J]. 农药市场信息,2014(12):4-8.
- [16] 曹勘程,张向才. 关于农药混用评价标准的讨论[J]. 农药科学与管理,1999,20(4):31-33.
- [3] 王志强,刘声锋,郭守金,等. 宁夏中部干旱地区压砂瓜产业现状和发展对策研究[J]. 宁夏农林科技,2012,53(6):76-78,97.
- [4] 杨吴,杨荣华,刘娟. 中宁县压砂瓜产业可持续发展问题探讨[J]. 蔬菜,2012(9):51-53.
- [5] 刘娟,杨荣华. 压砂地西甜瓜新品种引进筛选试验初报[J]. 蔬菜,2014(4):63-65.
- [6] 鲍婉雪,钟川,赵文宗,等. 瓠瓜砧木嫁接西瓜苗对枯萎病的抗性综合评价[J]. 南方农业学报,2017,48(3):441-447.
- [7] 王汉荣,方丽,任海英,等. 西瓜枯萎病防治药剂筛选[J]. 植物保护,2011,37(1):150-152.
- [8] 徐伟慧,周岩,吴凤芝. 西瓜枯萎病研究进展[J]. 中国蔬菜,2013(8):4-11.
- [9] Elad Y, Chet I, Katan J. *Trichoderma harzianum*, a bio-control agent effective against *Sclerotium rolfsii* and *Rhizoctonia solani*[J]. Phytopathology, 1980, 70:119-121.
- [10] 覃柳燕,郭成林,黄素梅,等. 棘孢木霉菌株 PZ6 对香蕉促生效应及枯萎病室内防效的影响[J]. 南方农业学报,2017,48(2):277-283.
- [11] 赵国其,林福星. 绿色木霉对西瓜苗期枯萎病的控制作用[J]. 浙江农业学报,1998, 10(4):206-209.
- [12] Sivan A, Chet I. The possible role of competition between *Trichoderma harzianum* and *Fusarium oxysporum* on rhizosphere colonization [J]. Phytopathology, 1989, 79:198-203.
- [13] Papavizas G C. *Trichoderma* and *Gliocladium*: Biology, ecology and potential for biocontrol[J]. Anna Rev Phytopathol, 1985, 23:23-54.
- [14] 田艳艳,赵世民,李彰,等. 洛阳地区烟田土壤木霉菌的分离鉴定及其拮抗作用测定[J]. 河南农业科学, 2015,44(11):79-84.
- [15] 王伟,赵谦,杨微. 木霉对土传病原尖孢镰孢菌的拮抗作用[J]. 中国生物防治,1997(1):45-47.
- [16] 姚艳平,李友莲,王建明,等. 木霉菌对植物病原真菌拮抗作用的研究[J]. 山西农业科学,2013,41(4):369-371.
- [17] 姚彦坡,吕国忠,张淑金,等. 草坪镰刀枯萎病菌拮抗木霉菌的筛选及拮抗机制的研究[J]. 中国草地学报,2006,28(6):56-60.
- [18] 刘爱荣,陈双臣,陈凯,等. 哈茨木霉对黄瓜尖孢镰孢菌的抑制作用和抗性相关基因表达[J]. 植物保护学报,2010,37(3):249-254.
- [19] 庄敬华,杨长城,牟连晓,等. 土壤不同处理对木霉菌定殖及其生防效果的影响[J]. 植物保护,2005,31(6):42-44.

(上接第 78 页)