技 术 与 应 用
Technology & Application

氟噻草胺与氟唑磺隆混配协同作用及在小麦田杂草防治中的应用

吴仁海， 孙慧慧， 苏旺苍， 徐洪乐， 鲁传涛*， 魏红梅， 薛 飞

（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，郑州 450002）

摘要 本文通过室内生物测定研究了氟噻草胺与氟唑磺隆对小麦及多花黑麦草的活性，田间试验测定了二者混配对阔叶杂草的防效及对小麦分蘖数的影响。室内水培法测定结果表明，氟噻草胺、氟唑磺隆对多花黑麦草有效抑制中剂量（ED_{50}）分别为 0.37 mg/L 和 105.91 mg/L，氟噻草胺与氟唑磺隆混配比例为 8∶2、12∶2、16∶2、20∶2时，共毒系数（CTC）分别为 94.3、239.7、198.1、156.5，表明氟噻草胺与氟唑磺隆混用具有相加或增效作用，其中以 12∶2、16∶2比例混配对多花黑麦草防治增效最为显著。盆栽试验结果表明，苗前以 12∶2和 16∶2比例土壤封闭喷施对小麦与多花黑麦草的选择性指数为 1.51 和 1.43；苗后 3 d 及苗后 15 d 茎叶喷施对多花黑麦草与小麦选择性较差，选择性指数低于 1。田间测定结果表明，氟噻草胺与氟唑磺隆混配对阔叶杂草荠菜、播娘蒿、婆婆纳防效优于氟噻草胺单独使用，混配条件下株防效为 85.45%～100%，鲜重防效为 89.57%～100%，对小麦分蘖数无显著影响。

关键词 氟噻草胺； 氟唑磺隆； 协同作用； 小麦； 多花黑麦草

中图分类号： S 482.47 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2017163

Study on synergy of flufenacet and flucarbazone-Na to weed control in wheat fields

WU Renhai， SUN Huihui， SU Wangcang， XU Hongle， LU Chuantao， WEI Hongmei， XUE Fei

（*Institute of Plant Protection*, *Henan Academy of Agricultural Sciences*; *Henan Key Laboratory of Crop Pest Control*, *Zhengzhou* 450002, *China*）

Abstract The activity of flufenacet, flucarbazone-Na or their combinations to the growth of wheat and *Lolium multiflorum* Lamk. were evaluated through indoor bioassay method. The results of hydroponic method showed that the median effective dose (ED_{50} value) of flufenacet and flucarbazone-Na were 0.37 mg/L and 105.91 mg/L on *L. multiflorum* Lamk, respectively. The mixtures of flufenacet and flucarbazone-Na with ratios of 8∶2, 12∶2, 16∶2 and 20∶2 showed additive or synergistic effects on *L. multiflorum*, with the co-toxicity coefficient (CTC) of 94.3, 239.7, 198.1 and 156.5, respectively. The selective values of flufenacet and flucarbazone-Na with ratios of 12∶2 and 16∶2 were 1.51 and 1.43, respectively, when treated at pre-emergence stage, while few selectivity was observed when treated at post-emergence stage. In field the synergy of flufenacet and flucarbazone-Na displayed excellent control effect on broad leaf weeds, such as *Capsella bursa-pastoris*, *Descurainia sophia* and *Veronica didyma*, with the control efficacies of 85.45%－100% in plant number, and 89.57%－100% in fresh weight, but no significant effect on wheat tillers.

Key words flufenacet; flucarbazone-Na; synergistic effect; wheat; *Lolium multiflorum*

多花黑麦草最初作为绿化草坪和牧草引进我国，在草坪绿化、畜牧养殖等方面，曾做出了巨大贡献[1-2]，但近几年来，多花黑麦草逐渐成为小麦田的一种恶性杂草，在陕西[3]，山东日照[4]、菏泽[4]，河南

收稿日期： 2017－05－03 **修订日期**： 2017－08－24
基金项目： 国家重点研发计划（2016YFD0200503）
* 通信作者 E-mail：chuantaolu@qq.com

驻马店[5]，江苏[6]等地泛滥成灾，严重影响小麦生长。氟噻草胺属芳氧乙酰胺类化合物，为芽前或芽后早期处理除草剂，通过抑制细胞有丝分裂使杂草死亡，主要用于冬小麦田防除一年生抗性杂草婆婆纳、猪殃殃等[7]，对禾本科的防除效果稍差[8]。也有研究者指出氟噻草胺对多花黑麦草有良好防效[9]。氟唑磺隆属磺酰脲类内吸型高效小麦田除草剂，为苗后茎叶喷施处理剂，通过抑制杂草体内乙酰乳酸合成酶的活性，破坏杂草正常的生理生化代谢而发挥除草活性，对早熟禾[4]、茵草[10]、雀麦[11-14]、看麦娘[10]、野燕麦[14]等禾本科杂草防效较好。本实验室前期试验证实，氟噻草胺对多花黑麦草有一定防效，与氟唑磺隆混用可能存在增效作用。目前尚无氟噻草胺与氟唑磺隆混配作用的报道，为了探明二者混用的联合作用，确定二者最佳配比，我们在室内测定了二者混配使用对小麦的安全性及对多花黑麦草的防效，并在田间测定了对阔叶杂草的防效，现报道如下。

1 材料与方法

1.1 试验材料

小麦品种‘百农矮抗 58’，购自河南秋乐种业有限公司，此品种由河南科技学院小麦中心培育。多花黑麦草，采集于河南驻马店西平县芦庙乡。

1.2 试验药剂

41%氟噻草胺悬浮剂(SC)，京博农化科技股份有限公司；70%氟唑磺隆乳油(EC)，爱利思达生物化学品北美有限公司。

1.3 试验方法

1.3.1 除草剂对多花黑麦草混用效应测定

称取 41%氟噻草胺 SC、70%氟唑磺隆 EC 适量，加入水中稀释至所需浓度，详见表 1。

表 1 氟噻草胺与氟唑磺隆对多花黑麦草生物活性试验设计

Table 1 The experiment on the biological activities of flufenacet and flucarbazone-Na to *Lolium multiflorum*

处理 Treatment	浓度/mg·L^{-1} Concentration
氟噻草胺 flufenacet	0.05、0.1、0.2、0.4、0.8、1.6
氟唑磺隆 flucarbazone-Na	0.25、0.5、1、2、4、8
氟噻草胺＋氟唑磺隆 (8∶2) flufenacet＋flucarbazone-Na(8∶2)	0.05＋0.012 5、0.1＋0.025、0.2＋0.05、0.4＋0.1、0.8＋0.2、1.6＋0.4
氟噻草胺＋氟唑磺隆(12∶2) flufenacet＋flucarbazone-Na(12∶2)	0.037 5＋0.006 25、0.075＋0.012 5、0.15＋0.025、0.3＋0.05、0.6＋0.1、1.2＋0.2
氟噻草胺＋氟唑磺隆(16∶2) flufenacet＋flucarbazone-Na(16∶2)	0.05＋0.006 25、0.1＋0.012 5、0.2＋0.025、0.4＋0.05、0.8＋0.1、1.6＋0.2
氟噻草胺＋氟唑磺隆(20∶2) flufenacet＋flucarbazone-Na(20∶2)	0.05＋0.005、0.1＋0.01、0.2＋0.02、0.4＋0.04、0.8＋0.08、1.6＋0.16

一次性口杯中装入石英砂约 20 g，加入药液 6 mL，以加入清水 6 mL 为空白对照，多花黑麦草种子催芽至芽长 0.5 cm，每杯接入多花黑麦草 10 株，培养 48 h，测定芽长，计算生长抑制率，以共毒系数法[15](CTC 法)计算除草剂混用联合效应。

生长抑制率＝(对照株高－处理株高)/对照株高×100%；

共毒系数(CTC 值)＝实测毒力指数/理论毒力指数×100；

下列公式中，单剂 A 代表氟噻草胺，单剂 B 代表氟唑磺隆，以 A 为标准药剂。实测毒力指数＝单剂 A 的 ED_{50}/混剂(A＋B)ED_{50}×100；理论毒力指数＝单剂 A 相对毒力指数×A 在混剂中百分含量＋单剂 B 相对毒力指数×B 在混剂中百分含量；单剂 A 的相对毒力指数＝单剂 A 的 ED_{50}/单剂 A 的 ED_{50}×100；单剂 B 的相对毒力指数＝单剂 A 的 ED_{50}/单剂 B 的 ED_{50}× 100。以共毒系数在 80～120 为相加作用，大于 120 为增效作用，小于 80 为拮抗作用[16]。

1.3.2 除草剂对多花黑麦草与小麦选择性

1.3.2.1 试验材料的栽培

所用土壤取自河南省农业科学院试验田，阴干，过筛，加入草炭与蛭石，三者比例为 3∶1∶1。取该混合土壤适量置于塑料盆(直径 8.5 cm，高 8.2 cm)中，分别播种多花黑麦草和小麦，小麦 12 粒/盆，覆土 3 cm；多花黑麦草 20 粒/盆，覆土 1 cm 左右。从盆底部浇水浇透，置于人工温室，温度为白天(20±5)℃，夜间(15±5)℃。施药方法参照吴仁海等[17]，

施药液量为 450 kg/hm^2。

1.3.2.2　苗前除草剂土壤处理

播种后 3 d 进行苗前土壤处理。多花黑麦草及小麦施药有效成分用量如表 2 所示。药后 21 d 剪取地上部分测定小麦及多花黑麦草鲜重,计算生长抑制率及选择性指数。选择性指数=抑制小麦生长 10%剂量(ED_{10})/抑制多花黑麦草生长 90%剂量(ED_{90})。

表 2　氟噻草胺与氟唑磺隆土壤处理对小麦与多花黑麦草选择性试验设计

Table 2　Experiment on the selectivity between wheat and *Lolium multiflorum* treated with flufenacet and flucarbazone-Na at pre-emergence stage

氟噻草胺:氟唑磺隆比例 Ratio of flufenacet and flucarbazone-Na	种 Species	氟噻草胺+氟唑磺隆剂量/g·(hm^2)$^{-1}$ Doses of flufenacet+flucarbazone-Na
12:2	多花黑麦草 *L. multiflorum*	5.4+0.9、10.8+1.8、21.6+3.6、43.2+7.2、86.4+14.4、172.8+28.8、345.6+57.6
	小麦 Wheat	21.6+3.6、43.2+7.2、86.4+14.4、172.8+28.8、345.6+57.6、691.2+115.2、1 382.4+230.4
16:2	多花黑麦草 *L. multiflorum*	5.4+0.675、10.8+1.35、21.6+2.7、43.2+5.4、86.4+10.8、172.8+21.6、345.6+43.2
	小麦 Wheat	21.6+2.7、43.2+5.4、86.4+10.8、172.8+21.6、345.6+43.2、691.2+86.4、1 382.4+172.8

1.3.2.3　苗后除草剂活性测定

分别于小麦苗龄 3 d 、15 d 进行除草剂处理,以模拟苗后早期及苗期喷雾处理。氟噻草胺与氟唑磺隆以 12:2混合,喷施剂量如表 3 所示。药后 21 d 剪取地上部分,测定小麦及多花黑麦草鲜重。

表 3　氟噻草胺与氟唑磺隆(12:2)茎叶喷施对小麦与多花黑麦草的选择性试验设计

Table 3　Experiment on the selectivity between wheat and *Lolium multiflorum* treated with flufenacet and flucarbazone-Na at post-emergence stage

处理时期 Treatment stage	种 Species	氟噻草胺+氟唑磺隆剂量/g·(hm^2)$^{-1}$ Doses of flufenacet+flucarbazone-Na
苗龄 3 d 3-day old seedling	多花黑麦草 *L. multiflorum*	14.765 625+2.460 937 5、29.531 25+4.921 875、59.062 5+9.843 75、118.125+19.687 5、236.25+39.375、472.5+78.75、945+157.5
苗龄 15 d 15-day old seedling	小麦 Wheat	59.062 5+9.843 75、118.125+19.687 5、236.25+39.375、472.5+78.75、945+157.5、1 890+315、3 780+630

1.4　田间封闭喷雾试验

试验安排于河南省农业科学院原阳基地,试验地土壤为潮土,土壤耕层中速效氮含量为 29.8 mg/kg,速效磷含量为 6.5 mg/kg,速效钾含量为 78.3 mg/kg,全氮含量为 0.046%,有机质含量为 0.549%,pH 8.38。于 2016 年 11 月 26 日播种小麦,2016 年 12 月1 日混合封闭喷雾 41%氟噻草胺 SC 与 70%氟唑磺隆 EC,有效剂量(g/hm^2)为:270+30、360+30、540+60。设空白对照,另外单独喷施 41%氟噻草胺 SC 360 g/hm^2,施药液量为 450 kg/hm^2。小区长 5 m,宽 2.5 m,每个处理设 3 次重复,随机排列。2017 年 3 月 15 日调查对杂草的防治效果及对小麦分蘖数的影响,草相为荠菜、播娘蒿、婆婆纳等阔叶杂草,调查时以 0.25 m^2 的正方形铁框在小区处理内随机取两点,统计杂草发生数量及杂草鲜重。

1.5　数据分析

以 DPS 2000 软件进行统计分析,以 Duncan 新复极差法进行多重比较分析;其他计算分析参照文献[18] 使用 Excel 进行。

2　结果与分析

2.1　氟噻草胺与氟唑磺隆混用对多花黑麦草的活性

以液体培养法测定除草剂对多花黑麦草的活性,结果表明 41%氟噻草胺 SC 对多花黑麦草有好的活性,如表 4 所示,有效抑制中剂量(ED_{50})为 0.37 mg/L;70%氟唑磺隆 EC 对多花黑麦草活性较差,ED_{50} 为 105.91 mg/L。氟噻草胺与氟唑磺隆以 8:2、12:2、16:2、20:2比例混配,对多花黑麦草芽长 ED_{50} 分别为 0.49、0.18、0.21、0.26 mg/L,CTC 值分别为 94.3、239.7、198.1、156.5,表明二者以 8:2混配对多花黑

麦草防治效果呈相加作用，以12∶2、16∶2、20∶2比例混配有增效作用，尤其12∶2比例增效最显著，16∶2次之。

2.2 苗前土壤喷施氟噻草胺与氟唑磺隆对小麦和多花黑麦草的活性

根据41%氟噻草胺SC与70%氟唑磺隆EC对多花黑麦草活性测定试验结果，选取氟噻草胺与氟唑磺隆12∶2、16∶2比例，利用盆栽法测定二者混用对小麦和多花黑麦草的活性，结果如表5所示。氟噻草胺与氟唑磺隆以12∶2比例苗前混合喷施对小麦 ED_{10} 为471.77 g/hm²，对多花黑麦草 ED_{90} 为311.68 g/hm²，选择性指数为1.51。氟噻草胺与氟唑磺隆以16∶2比例苗前混合喷施对小麦 ED_{10} 为1 100.90 g/hm²，对多花黑麦草 ED_{90} 为768.75 g/hm²，选择性指数为1.43。

表4 氟噻草胺与氟唑磺隆混用对多花黑麦草的生物活性

Table 4 Biological activities of flufenacet and flucarbazone-Na to *Lolium multiflorum*

处理 Treatment	回归方程 Regression equation	相关系数(r) Correlation coefficient	ED_{50} / mg·L^{-1}	共毒系数 Co-toxicity coefficient value
氟噻草胺 flufenacet	$y=5.718\,9+1.685\,3x$	0.937 6	0.37	—
氟唑磺隆 flucarbazone-Na	$y=3.097\,8+0.939\,4x$	0.913 8	105.91	—
氟噻草胺+氟唑磺隆(8∶2) flufenacet+flucarbazone-Na(8∶2)	$y=5.460\,8+1.492\,5x$	0.989 0	0.49	94.3
氟噻草胺+氟唑磺隆(12∶2) flufenacet+flucarbazone-Na(12∶2)	$y=5.870\,2+1.223\,4x$	0.942 3	0.18	239.7
氟噻草胺+氟唑磺隆(16∶2) flufenacet+flucarbazone-Na(16∶2)	$y=5.908\,5+1.353\,2x$	0.922 8	0.21	198.1
氟噻草胺+氟唑磺隆(20∶2) flufenacet+flucarbazone-Na(20∶2)	$y=6.117\,9+1.934\,7x$	0.989 8	0.26	156.5

表5 氟噻草胺与氟唑磺隆封闭喷雾对小麦和多花黑麦草的选择性

Table 5 Selectivity between wheat and *Lolium multiflorum* treated with flufenacet and flucarbazone-Na at pre-emergence stage

氟噻草胺∶氟唑磺隆比例 The rate of flufenacet∶flucarbazone-Na	种 Species	回归方程 Regression equation	ED_{10}/g·(hm²)$^{-1}$	ED_{90}/g·(hm²)$^{-1}$	相关系数(r) Correlation coefficient
12∶2	小麦 Wheat	$y=2.230\,2+0.556\,6x$	471.77	18 989 850.48	0.963 5
	多花黑麦草 *L. multiflorum*	$y=1.277\,0+2.006\,9x$	16.46	311.68	0.988 0
16∶2	小麦 Wheat	$y=2.505\,2+0.398\,9x$	1 100.90	2 934 815 671.00	0.969 0
	多花黑麦草 *L. multiflorum*	$y=1.435\,0+1.679\,5x$	22.89	768.75	0.978 7

2.3 苗后喷施氟噻草胺与氟唑磺隆对小麦和多花黑麦草的活性

小麦、多花黑麦草苗后不同时期喷施41%氟噻草胺SC与70%氟唑磺隆EC，测定二者在12∶2比例下使用对小麦及多花黑麦草效果见表6。在苗龄3 d喷施对小麦 ED_{10} 为235.65 g/hm²，对多花黑麦草 ED_{90} 为3 168.81 g/hm²，选择性指数分别为0.07。在苗龄15 d喷施对小麦 ED_{10} 为638.28 g/hm²，对多花黑麦草 ED_{90} 为406 326.68 g/hm²，选择性指数为0.002。

表6 氟噻草胺与氟唑磺隆茎叶喷施对小麦和多花黑麦草的选择性

Table 6 Selectivity of wheat and *Lolium multiflorum* treated with flufenacet and flucarbazone-Na at post-emergence stage

处理时期 Treatment stage	种 Species	回归方程 Regression equation	ED_{10}/g·(hm²)$^{-1}$	ED_{90}/g·(hm²)$^{-1}$	相关系数(r) Correlation coefficient
苗龄3 d 3-day old seedlings	小麦 Wheat	$y=2.379\,6+0.564\,4x$	235.65	8 200 423.06	0.867 1
	多花黑麦草 *L. multiflorum*	$y=3.005\,4+0.935\,8x$	5.78	3 168.81	0.946 7
苗龄15 d 15-day old seedlings	小麦 Wheat	$y=1.579\,2+0.762\,7x$	638.28	1 464 573.75	0.910 1
	多花黑麦草 *L. multiflorum*	$y=3.905\,2+0.423\,7x$	0.36	406 326.68	0.966 6

2.4 田间混合封闭喷施对杂草防效及小麦安全性

田间测定了41%氟噻草胺SC与70%氟唑磺隆EC混合封闭喷施对荠菜、播娘蒿、婆婆纳的防效，数据显示二者混用对荠菜、播娘蒿的株防效、鲜重防效均达极显著水平，如表7～8所示，其中对荠菜株防效介于86.59%～95.12%，鲜重防效介于89.57%～98.27%。对播娘蒿株防效介于85.45%～96.36%，鲜重防效介于91.79%～95.37%。对婆婆纳株防

效介于 96.00%～100.00%,鲜重防效介于 98.74%～100.00%,41%氟噻草胺 SC 单独使用有效成分含量 360 g/hm^2 下对 3 种阔叶杂草的株防效、鲜重防效均低于混合喷施处理。表明氟噻草胺与氟唑磺隆在试验剂量下封闭混合喷施对 3 种阔叶杂草防效均较好。

表 7　氟噻草胺与氟唑磺隆田间封闭喷雾对阔叶杂草的株防效[1)]

Table 7　Weeds control efficacy of flufenacet and flucarbazone-Na to broad leaf weeds in plant number

氟噻草胺/g·(hm^2)$^{-1}$ Flufenacet	氟唑磺隆/g·(hm^2)$^{-1}$ Flucarbazone-Na	荠菜/g·(0.25 m^2)$^{-1}$ *Capsella bursa-pastoris*	防效/% Control efficacy	播娘蒿/株·(0.25 m^2)$^{-1}$ *Descurainia sophia*	防效/% Control efficacy	婆婆纳/株·(0.25 m^2)$^{-1}$ *Veronica didyma*	防效/% Control efficacy
0	0	13.7 A	—	9.2 A	—	4.2 A	—
360	0	4.2 AB	69.51	1.8 B	80.00	1.3 A	68.00
270	30	0.7 B	95.12	1.3 B	85.45	0.0 A	100.00
360	30	1.8 B	86.59	0.8 B	90.91	0.2 A	96.00
540	60	1.8 B	86.59	0.3 B	96.36	0.0 A	100.00

1) 同列数值后不同的大写字母表示处理间差异极显著($P<0.01$)。下同。
Different capital letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.01 level. The same below.

表 8　氟噻草胺与氟唑磺隆田间封闭喷雾对阔叶杂草的鲜重防效

Table 8　Weeds control efficacy of flufenacet and flucarbazone-Na to broad leaf weeds in fresh weight

氟噻草胺/g·(hm^2)$^{-1}$ Flufenacet	氟唑磺隆/g·(hm^2)$^{-1}$ Flucarbazone-Na	荠菜/g·(0.25 m^2)$^{-1}$ *Capsella bursa-pastoris*	防效/% Control efficacy	播娘蒿/g·(0.25 m^2)$^{-1}$ *Descurainia sophia*	防效/% Control efficacy	婆婆纳/g·(0.25 m^2)$^{-1}$ *Veronica didyma*	防效/% Control efficacy
0	0	6.73 A	—	3.96 A	—	1.7 A	—
360	0	1.97 AB	70.74	0.80 B	79.80	0.4 A	78.74
270	30	0.12 B	98.27	0.25 B	93.69	0.0 A	100.00
360	30	0.69 B	89.74	0.33 B	91.79	0.0 A	98.74
540	60	0.70 B	89.57	0.18 B	95.37	0.0 A	100.00

为检测氟噻草胺与氟唑磺隆封闭混合喷施对小麦生长的影响,本文测定了二者混合封闭喷雾对小麦分蘖数的影响,结果见表 9。数据经 DPS 数据处理系统分析显示,各处理小麦分蘖数均无显著性差异。表明氟噻草胺与氟唑磺隆在试验剂量下使用对小麦生长无显著影响。

表 9　氟噻草胺与氟唑磺隆田间封闭喷雾对小麦分蘖数的影响

Table 9　Influence of flufenacet and flucarbazone-Na on tillers when spraying at pre-emergence stage

氟噻草胺/g·(hm^2)$^{-1}$ Flufenacet	氟唑磺隆/g·(hm^2)$^{-1}$ Flucarbazone-Na	分蘖数 Tillering number
0	0	(3.6±0.4)A
360	0	(3.7±0.2)A
270	30	(2.9±0.2)A
360	30	(3.2±0.2)A
540	60	(3.0±0.1)A

3　结论与讨论

王绍敏等[19]2009 年的试验结果表明,冬季于小麦田施用氟唑磺隆 31.5 g/hm^2(有效成分用量)对以多花黑麦草为主的山东日照地区杂草防效达 93.45%,而之后高兴祥等[4]2014 年报道氟唑磺隆对多花黑麦草的防效较差,氟唑磺隆抑制多花黑麦草生长 90%的剂量(GR_{90})为 1 316.81 g/hm^2,远高于该药的田间推荐剂量 22.5 g/hm^2,表明多花黑麦草对氟唑磺隆可能已产生严重抗性。不同作用机制的农药进行混用或轮换使用是减缓农药抗药性的主要途径之一[20]。氟噻草胺是芳氧乙酰胺类除草剂,是植物细胞分裂和生长抑制剂,与氟唑磺隆作用机制完全不同。本研究表明,氟噻草胺与氟唑磺隆混用对多花黑麦草具有显著增效作用。因此,二者混用在小麦田具有广阔的应用前景。

在苗前、苗后早期及苗期施药测定混配药剂对小麦与多花黑麦草的选择性。选择性指数常用来评价除草剂对作物与杂草的选择性,选择性因作用对象不同而存在差异,选择性指数越高,表示除草剂对作物越安全[21],一般选择性指数大于 2,即表示药剂对作物安全性较好[22]。本文结果表明,在苗后早期及苗期施药,氟噻草胺与氟唑磺隆混用选择性较差,选择性指数低于 1,不适合使用。在苗前土壤封闭,氟噻草胺与氟唑磺隆(12～16):2 选择性指数为 1.51～1.43,选择性指数大于 1 而小于 2,表明二者混用虽然具有一定的选择性,但选择性指数不高,田间应用时应严格控制使用时的环境条件及施药剂量,或

采取其他人为辅助措施提高药剂的选择性。

麦田一般为多种杂草混合发生，因此要求除草剂应具有较好的广谱杀草活性。田间试验表明，氟噻草胺与氟唑磺隆混用对多种阔叶杂草防效显著，表明二者混用具有较好的广谱性。本研究仅在室内及田间小区初步测定氟噻草胺与氟唑磺隆混配对麦田杂草的防治效果，大面积使用前还需要进一步验证其对不同杂草的防效及对小麦生长的影响。

参考文献

[1] 张新跃，李元华，苟文龙，等. 多花黑麦草研究进展[J]. 草业科学，2009，26(1)：55－60.

[2] 王宇涛，辛国荣，杨中艺，等. 多花黑麦草的应用研究进展[J]. 草业科学，2010，27(3)：118－123.

[3] 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.

[4] 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.

[5] 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.

[6] 娄群峰，李晓霞. 多花黑麦草对常用除草剂的敏感性研究[J]. 江苏农业科学，2002(6)：44－45.

[7] 范志业，沈海龙，陈琦，等. 吡氟・氟噻・呋草酮悬浮剂土壤封闭和茎叶处理对冬小麦田阔叶杂草的防除效果比较[J]. 农药，2017，56(1)：65－68.

[8] 朱秀，祝乐天，魏敬怀，等. 360g/L 吡氟酰草胺・氟噻草胺・呋草酮悬浮剂对冬小麦田杂草的防除效果[J]. 长江大学学报(自然科学版)，2014，11(29)：4－6.

[9] 李蓉荣，袁国徽，郭文磊，等. 八种除草剂对小麦田三种抗精噁唑禾草灵杂草的生物活性[J]. 植物保护学报，2016，43(3)：507－513.

[10] 高兴祥，李美，葛秋岭，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.

[11] 王绍敏，陈春利. 4 种除草剂防除麦田禾本科杂草效果及安全性[J]. 农药，2011，50(4)：305－311.

[12] 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.

[13] 陈秀双，韩关华. 2 种药剂防除麦田禾本科杂草—雀麦试验[J]. 农药科学与管理，2012，33(9)：58－59.

[14] 韩金果，李瑞花，徐荣燕，等. 氟唑磺隆水分散粒剂防除冬小麦田杂草效果[J]. 杂草科学，2011，29(1)：59－61.

[15] 沈晋良. 农药生物测定[M]. 北京：中国农业出版社，2013：26－27.

[16] 曹坳程，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.

[17] 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.

[18] 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.

[19] 王绍敏，王金信，王长强，等. 4 种除草剂对麦田禾本科杂草药效比较[J]. 农药科学与管理，2009，30(11)：50－52.

[20] 邱芳心，杜桂萍，刘开林，等. 杂草抗药性及其治理策略研究进展[J]. 杂草科学，2015，33(2)：1－6.

[21] 王茂云，李蓉荣，刘纯，等. 三氟啶磺隆除草活性及对棉花的安全性评价[J]. 农药学学报，2014，16(1)：23－28.

[22] 高兴祥，李建勇，李美，等. 吡氟酰草胺除草活性及对小麦安全性测定[J]. 植物保护学报，2016，43(2)：329－335.

(责任编辑：杨明丽)

(上接 169 页)

[13] HOCHBERG O, SIBONY M, RUBIN B. The response of ACCase-resistant *Phalaris paradoxa* populations involves two different target site mutations [J]. Weed Research, 2009, 49(1): 37－46.

[14] PURVIS C E, JESSOP R S, LOVETT J V. Selective regulation of germination and growth of annual weeds by crop residues [J]. Weed Research, 1985, 25(6): 415－421.

[15] DHIMA K V, ELEFTHEROHORINOS I G, VASILAKOGLOU I B. Interference between *Avena sterilis*, *Phalaris minor* and five barley cultivars [J]. Weed Research, 2000, 40(6): 549－559.

[16] OM H, DHIMAN S D, KUMAR S, et al. Allelopathic response of *Phalaris minor* to crop and weed plants in rice-wheat system [J]. Crop Protection, 2002, 21(9): 699－705.

[17] WALKER S R, MEDD R W, ROBINSON G R, et al. Improved management of *Avena ludoviciana* and *Phalaris paradoxa* with more densely sown wheat and less herbicide [J]. Weed Research, 2002, 42(4): 257－270.

[18] JABRAN K, FAROOQ M, HUSSAIN M, et al. Wild oat (*Avena Fatua* L.) and canary grass (*Phalaris minor* Ritz.) management through allelopathy [J]. Journal of Plant Protection Research, 2010, 50(1): 41－44.

[19] BATISH D R, KAUR M, SINGH H P, et al. Phytotoxicity of a medicinal plant, *Anisomeles indica*, against *Phalaris minor* and its potential use as natural herbicide in wheat fields [J]. Crop Protection, 2007, 26(7): 948－952.

[20] CHHOKAR R S, MALIK R K. Isoproturon-resistant littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) and its response to alternate herbicides [J]. Weed Technology, 2002, 16(1): 116－123.

[21] CHHOKAR R S, SINGH S, SHARMA R K. Herbicides for control of isoproturon-resistant littleseed canarygrass (*Phalaris minor*) in wheat [J]. Crop Protection, 2008, 27(3/5): 719－726.

[22] 郭怡卿，赵国晶，陈勇，等. 云南外来杂草及其危害[J]. 云南农业学报，2010，23(4)：1352－1355.

[23] 何玉华，杨峰，王丽萍，等. 云南省地方蚕豆种质资源形态学遗传多样性分析[J]. 西南农业学报，2014，27(2)：512－517.

[24] 巩蔼，任顺成，常云彩，等. 云南特色豆类的酚类含量及其抗氧化活性[J]. 中国粮油学报，2015，30(4)：1－5.

(责任编辑：杨明丽)