

二甲戊灵、扑草净与丙炔氟草胺的配比筛选及在油莎豆田的应用效果

王义生^{1#}, 刘佳遥^{1#}, 黄淑敏², 白雪¹, 贾娇¹, 牟忠生^{1*}, 苏前富^{1*}

(1. 吉林省农业科学院, 农业农村部东北作物有害生物综合治理重点实验室, 公主岭 136100;

2. 吉林省靖宇县农业技术推广中心, 白山 135200)

摘要 为探索和论证二甲戊灵、扑草净与丙炔氟草胺三者复配的合理性及三者复配制剂对油莎豆 *Cyperus esculentus* var. *sativus* 田杂草的防效和对油莎豆的安全性, 本试验依据除草剂室内活性测定标准并借鉴除草剂防治大豆田杂草田间药效试验准则, 进行了一系列试验。结果表明, 二甲戊灵、扑草净与丙炔氟草胺三者联合作用对稗草 *Echinochloa crus-galli*、苘麻 *Abutilon theophrasti*、藜 *Chenopodium album* 3 种杂草表现为相加或增效作用, 当三者混配比例为 30:30:1 时联合作用为增效, 为最佳比例。此比例下的 36.6% 二甲戊·扑·丙炔 SC 对油莎豆田一年生杂草有较好的防效, 试验有效剂量在 1 647.0~1 921.0 g/hm² 范围内, 对油莎豆出苗、生长较安全; 施药后 40 d 对一年生杂草的防效为 91.3%~97.7%。由此可见, 二甲戊灵、扑草净与丙炔氟草胺三者联合研制新药剂具有可行性, 能扩大杀草谱和应用范围, 可用于油莎豆田杂草防控, 适宜用量 1 647.0~1 921.0 g/hm²。

关键词 杂草防除; 油莎豆; 二甲戊灵; 扑草净; 丙炔氟草胺

中图分类号: S 482.4 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2023094

Proportion screening and control effect of the combined pendimethalin, prometryn and flumioxazin against weeds in tigernut field

WANG Yisheng^{1#}, LIU Jiayao^{1#}, HUANG Shumin², BAI Xue¹, JIA Jiao¹, MU Zhongsheng^{1*}, SU Qianfu^{1*}

(1. Jilin Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northeast, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Gongzhuling 136100, China; 2. Jingyu County Agricultural Technology Promotion Center of Jilin Province, Baishan 135200, China)

Abstract In order to evaluate the rationality and the control effect of pendimethalin, prometryn and flumioxazin in combination on weeds and safety to *Cyperus esculentus* var. *sativus*, a series of trials were conducted based on the pesticides guidelines for laboratory bioactivity test and guidelines for the efficacy trials of herbicides against weeds in soybean field. It was found that the combined effect of pendimethalin, prometryn and flumioxazin presented to be additive or synergistic against three weeds, *Echinochloa crus-galli*, *Abutilon theophrasti* and *Chenopodium album*. When the mixing ratio of the three was 30:30:1, the combined effect was synergistic. At this ratio, pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC had good control effect on annual weeds in *C. esculentus* var. *sativus* field, and the test dose was within the range of 1 647.0–1 921.0 g/hm², which was safer than the others for the emergence and growth of *C. esculentus* var. *sativus*. The control efficacy on annual weeds 40 days after application was 91.3%–97.7%. Thus, it is feasible to research and develop new herbicides by the combination of pendimethalin, prometryn and flumioxazin, which could expand the herbicidal spectrum and the application scope, and could be used for weed control in *C. esculentus* var. *sativus* field at the recommended dosage of 1 647.0–1 921.0 g/hm².

Key words weed control; *Cyperus esculentus* var. *sativus*; pendimethalin; prometryn; flumioxazin

收稿日期: 2023-02-28

修订日期: 2023-03-23

基金项目: 吉林省重大科技专项(192480NY010366768)

* 通信作者 E-mail: 牟忠生 muzs@163.com; 苏前富 qianfusu@126.com

为并列第一作者

油莎豆 *Cyperus esculentus* var. *sativus*, 又名油莎草, 属于莎草科 Cyperaceae 多年生草本植物, 集油、粮、牧、饲于一体的多用途新型作物^[1-3]。引进我国后, 随着其经济附加值的挖掘、利用^[4-6], 在种植业结构调整和国家政策导向下, 种植面积迅速扩张。同时, 生产中面临的育种、栽培、收获等环节难题的相关研究也在同时进行, 并获得重大进展^[7-10]。在植保方面, 与病虫害比较, 杂草对油莎豆产量、质量危害更严重, 不仅对肥、水、光、空间产生竞争, 还加重了油莎豆的病、虫危害。由于油莎豆属于矮秆植株, 株高 20~100 cm, 与杂草的竞争力差, 即使生长茂盛期, 对杂草也无封控作用, 耐除草剂能力弱, 大多数除草剂在油莎豆与杂草之间的选择范围小, 而且, 目前尚无莎草科作物田杂草化学防除相关技术和登记的农药, 国内已登记的大多数除草剂的防治范围都包含莎草科杂草。因此, 油莎豆田除草剂种类的筛选、研发以及应用技术的探索、建立尤为关键和紧迫。本文在药剂筛选上, 首先从杀草谱不包括莎草科杂草, 或对莎草科杂草防效低的药剂进行初选。同时鉴于土壤封闭除草剂二甲戊灵 (pendimethalin), 丙炔氟草胺 (flumioxazin)、扑草净 (prometryn) 三者杀草谱具有互补性, 作用机理各不相同^[11-14], 对其进行了配比筛选, 以验证其复配的合理性, 并在油莎豆田进行田间药效试验, 现将结果初报如下。

1 材料与方法

1.1 试验靶标及试验药剂

田间试验位于吉林省公主岭市范家屯镇经济植物研究所试验田, 黑壤土, pH 中性, 有机质含量 1.82%。田间主要杂草: 稗草 *Echinochloa crus-galli*, 狗尾草 *Setaria viridis*, 马唐 *Digitaria sanguinalis*, 反枝苋 *Amaranthus retroflexus*, 柳叶刺蓼 *Persicaria bungeana*, 铁苋菜 *Acalypha australis*, 藜 *Chenopodium album*, 鸭跖草 *Commelina communis*, 风花菜 *Rorippa globosa*, 小蓟 *Cirsium arvense* var. *integrifolium*, 地肤 *Bassia scoparia*, 苘麻 *Abutilon theophrasti*, 龙葵 *Solanum nigrum*, 水棘针 *Amethystea caerulea*。一年生禾本科杂草、阔叶杂草发生量较大, 种类较多, 分布较为均匀。在当地具有代表性。其中优势杂草为稗草、狗尾草、藜、苘麻、柳叶刺蓼、水棘针、反枝苋等, 占杂草总量的 75% 以上。阔叶杂草数量略高于禾本科杂草。

室内生测试验以稗草、藜、苘麻为靶标, 杂草种子采集于吉林省农业科学院公主岭试验地, 4℃ 冷藏保存备用。

试验作物: 油莎豆‘吉莎 2 号’, 吉林省农业科学院经济植物研究所提供。

试验药剂: 90% 二甲戊灵原药, 巴斯夫欧洲公司; 95% 扑草净原药, 吉林市绿盛农药化工有限公司; 99.2% 丙炔氟草胺原药, 江苏中旗科技股份有限公司; 36.6% 二甲戊灵·扑草净·丙炔氟草胺 SC (36.6% 二甲戊·扑·丙炔 SC), 由吉林省农业科学院植物保护研究所加工研制。

对照药剂: 330 g/L 二甲戊灵 EC, 辽宁省沈阳市和田化工有限公司; 50% 丙炔氟草胺 WP, 日本住友化学株式会社; 50% 扑草净 WP, 吉林市绿盛农药化工有限公司。

1.2 仪器设备

可控日光温室, 吉林省农业科学院植物保护研究所建设; ASS-4 型实验自动控制喷洒系统, 北京农业信息技术研究中心研制; 喷雾器型号: HD400, 配扇形喷头, 喷雾器容积 16 L, 新加坡利农私人有限公司生产。

1.3 生测筛选试验

二甲戊灵、扑草净、丙炔氟草胺复配联合作用室内活性测定试验, 参照农药室内生物测定试验准则除草剂第 3 部分 NY/T 1155.3-2006 和第 7 部分 NY/T 1155.7-2006^[15-16] 进行。选取籽粒饱满均匀的稗草、藜、苘麻种子, 温水催芽后, 选取露白整齐的种子进行播种, 均匀播种于备用的盆钵里 (直径为 35 cm, 高 30 cm), 覆土 1.0 cm, 播种后保持土壤充分湿润。其中二甲戊灵的有效成分剂量 (下同) 为 30、40 g/hm², 扑草净的剂量为 30、50 g/hm², 丙炔氟草胺的剂量为 1.0、1.5 g/hm²; 三者复配 8 个处理, 另设单剂不同剂量药剂对照 6 个处理和清水空白对照, 共 15 个试验处理, 具体试验设计见表 1。播种 24 h 内施药, 兑水量按 750 L/hm², 喷头喷幅 65 cm、流量 19.6 mL/s, 喷头移动速度为 10 cm/s。重复 4 次, 施药后 21 d 测量残存杂草地上部分鲜重。

1.4 田间试验

田间试验借鉴 GB/T 17980.125—2004 田间药效试验准则 (二) 第 125 部分除草剂防治大豆田杂草^[17] 进行。试验设置 9 个处理: 处理 (A)、(B)、(C)、(D) 分别 36.6% 二甲戊·扑·丙炔 SC 用量 1 372.0、1 647.0、1 921.0、3 294.0 g/hm²; (E) 330 g/L 二甲戊灵 EC

1 008 g/hm²; (F) 50%扑草净 WP 1 260 g/hm², (G) 50%丙炔氟草胺 WP 64.8 g/hm²; (H) 人工除草; (I) 清水对照。各处理均以有效成分计。每个小区 20 m², 重复 4 次。施药器械为 HD400 喷雾器, 扇形喷头, 苗前土壤喷雾, 兑水量为 750 L/hm²。

施药后 20、40 d 每个小区随机取 3 点, 每点选取面积为 0.25 m² (0.5 m×0.5 m) 调查残存杂草数量, 施药后 40 d 对调查的杂草称量鲜重。

田间试验于 2021 年和 2022 年连续 2 年在同一地点试验田进行。2021 年油莎豆 5 月 14 日播种, 5 月 16 日施药, 天气阴转多云, 温度 8~23℃, 西北风 2 级, 施药时土壤湿度 61%, 施药前 5 月 14 日小雨, 降雨量 3 mm, 施药后一周内未降雨。5 月 28 日油莎豆出苗 50%左右。2022 年, 油莎豆 5 月 16 日播种, 5 月 20 日施药, 天气晴转多云, 温度 18~28℃, 西南风 3 级, 施药时土壤湿度 58%, 施药前一周内未降雨, 施药后一周内降雨量 20.0 mm, 其中 5 月 24 日小雨转中雨, 5 月 25、26 日小雨。5 月 29 日油莎豆出苗 50%左右。

安全性试验, 田间试验每个小区定量播种, 行距 65 cm, 18 万株/hm²。苗出齐后调查出苗率, 并不定时目测作物生长状况, 观测是否对出苗、生长、叶色、畸形情况等生理指标有影响, 并于施药后 40 d 取其中的 1 个重复处理区称量作物鲜重。秋后测产。

1.5 数据统计与分析

生测试验的抑制率计算按公式(1), 单位为百分率(%)。

$$E = \frac{C - T}{C} \times 100\% \quad (1)$$

式中: E —鲜重抑制率或株防效;

C —空白对照处理区杂草鲜重或株数;

T —药剂处理区杂草鲜重或株数。

其中, 生测试验的复配制剂的理论防效(E_0)采用 Colby 法, 按公式(2) 计算。

$$E_0 = 100 - \frac{(100 - X) \times (100 - Y) \times (100 - Z)}{10\ 000} \quad (2)$$

式中: X —除草剂 1 用量为 P 时的鲜重防效;

Y —除草剂 2 用量为 Q 时的鲜重防效;

Z —除草剂 3 用量为 R 时的鲜重防效;

E_0 —除草剂 1 用量为 P 时的理论防效+除草剂 2 用量为 Q 时的理论防效+除草剂 3 用量为 R 时的

理论防效, 单位%;

E —除草剂 1、2 和 3 按不同配比混配时的实际防效, 单位%, $E - E_0 > 10\%$ 为增效作用; $E - E_0 < -10\%$ 为拮抗作用; $E - E_0$ 值介于理论值 $\pm 10\%$ 为加成作用。

田间试验的杂草株防效、鲜重防效也按公式(1) 计算, 并对试验调查数据初步统计后, 用 DPS 软件, 采用 Duncan 氏新复极差法进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 二甲戊灵、扑草净、丙炔氟草胺三者联合作用、室内生测配比筛选试验结果

生测试验结果表明: 二甲戊灵、扑草净、丙炔氟草胺三者对稗草联合作用的 $E - E_0$ 值为 1.32%~11.23%; 对苘麻联合作用的 $E - E_0$ 值在 1.70%~10.10%; 对藜联合作用的 $E - E_0$ 值在 5.03%~12.92%。对 3 种靶标杂草联合作用的都表现为相加或增效作用, 8 个复配比例中以 50:40:1、30:30:1 的联合作用对稗草、苘麻、藜的 $E - E_0$ 值较大, 并以 30:30:1 的比例对稗草、苘麻、藜的联合作用 $E - E_0$ 值都大于 10, 确定为最佳比例。具体试验结果见表 1, 并以此为基础, 筛选、加工三者复配制剂, 确定为 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC, 对此药剂进行防治油莎豆田杂草药效试验和安全性试验。

2.2 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 对田间杂草的防治效果

36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 的不同用量, 对油莎豆田一年生杂草具有较好防效, 施药后 20 d, 对油莎豆田一年生禾本科杂草防效为 75.2%~100.0%, 对一年生阔叶杂草的防效为 86.2%~100.0%。施药后 40 d 对油莎豆田一年生禾本科杂草防效为 68.1%~99.2%, 对一年生阔叶杂草的防效为 82.8%~99.8%。对一年生杂草的鲜重防效为 74.7%~99.9%。随着剂量的增加, 防效逐渐提高, 2 年试验防效趋势一致, 整体上对一年生阔叶杂草的防效高于对一年生禾本科杂草的防效, 与 3 个单剂对照药剂比较, 杀草谱宽, 防效较高, 施药后 20 d 对一年生杂草防效高于施药后 40 d。试验剂量在 1 647.0~1 921.0 g/hm² 范围内, 施药后 40 d 对稗草、狗尾、马唐、藜、苘麻、柳叶刺蓼、水棘针、反枝苋、等一年生杂草的综合防效为 91.3%~97.7%, 能够防控油莎豆田杂草危害(表 2、表 3)。

表 1 二甲戊灵、扑草净与丙炔氟草胺对 3 种杂草的联合作用测定结果

Table 1 Determination of the combined effect of pendimethalin, prometryn and flumioxazin on three species of weeds											
药剂 Herbicide	剂量/(g/hm ²) Dose	稗草	<i>Echinochloa crus-galli</i>		苘麻	<i>Abutilon theophrasti</i>		藜	<i>Chenopodium album</i>		
		<i>E</i> /%	<i>E</i> ₀ /%	<i>E</i> — <i>E</i> ₀ /%	<i>E</i> /%	<i>E</i> ₀ /%	<i>E</i> — <i>E</i> ₀ /%	<i>E</i> /%	<i>E</i> ₀ /%	<i>E</i> — <i>E</i> ₀ /%	
扑草净 prometryn (X)	30	0.49			9.97			11.03			
	50	15.22			36.01			42.50			
二甲戊灵 pendimethalin (Y)	30	44.04			2.97			5.29			
	40	55.30			6.50			19.34			
丙炔氟草胺 flumioxazin (Z)	1	0.07			1.76			2.87			
	1.5	2.57			8.31			20.15			
X+Y+Z	30+30+1	55.58	44.35	11.23	24.28	14.18	10.10	28.16	18.16	10.01	
	30+30+1.5	55.40	45.74	9.66	26.49	19.91	6.58	40.44	32.72	7.73	
	30+40+1	56.86	55.55	1.32	19.00	17.30	1.70	37.72	30.29	7.43	
	30+40+1.5	61.70	56.66	5.03	25.11	22.82	2.29	47.72	42.69	5.03	
	50+30+1	58.53	52.59	5.94	46.09	39.01	7.08	53.68	47.11	6.57	
	50+30+1.5	62.04	53.78	8.26	50.83	43.08	7.75	63.68	56.52	7.16	
	50+40+1	71.19	62.13	9.05	50.83	41.23	9.60	67.87	54.95	12.92	
	50+40+1.5	72.54	63.08	9.46	55.18	45.15	10.03	71.40	62.96	8.43	

表 2 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 对油莎豆田一年生杂草防除效果 (2021 年)¹⁾

Table 2 Effect of pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC on annual weeds in tigernut field (2021)											
药剂 Herbicide	用量/(g/hm ²) Dose	株防效/%(施药后 20 d) Efficacy of plant (20 d after application)			株防效/%(施药后 40 d) Efficacy of plant (40 d after application)			鲜重防效/%(施药后 40 d) Fresh weight efficacy (40 d after application)			
		禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	
36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC	1 372.0	76.4c	86.6c	83.9c	68.1d	83.2d	78.6d	73.8d	75.5d	74.7e	
	1 647.0	95.7ab	95.8ab	95.8ab	92.6ab	92.9b	92.8b	96.0ab	92.6b	94.2b	
	1 921.0	98.6a	99.2a	99.1a	96.3ab	98.4a	97.7a	98.0a	99.4a	98.8a	
	3 294.0	100.0a	99.7a	99.8a	99.0a	99.8a	99.5a	99.6a	99.9a	99.8a	
330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	1 008.0	84.3bc	52.6d	61.2e	81.4c	56.3e	64.0f	86.1c	53.5e	68.4f	
50%扑草净 WP prometryn 50% WP	1 260.0	11.4e	88.5c	67.8d	31.4f	88.4c	70.9e	25.3f	86.1c	58.4g	
50%丙炔氟草胺 WP flumioxazin 50% WP	64.8	62.1d	93.2b	84.9c	59.0e	97.4a	85.6c	65.2e	98.1a	83.1d	
人工除草 Manual weeding		92.1ab	94.0b	93.5b	88.3bc	86.5cd	87.1c	90.9bc	84.4c	87.4c	

1) 表中一年生禾本科杂草包括稗草、狗尾草、马唐,一年生阔叶杂草包括藜、苘麻、柳叶刺蓼、水棘针、分枝苋等。表中同列不同小写字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验差异显著($P<0.05$),下表同。
The annual barnyard grass include *E. crus-galli*, *S. viridis* and *D. sanguinalis*. Annual broadleaf weeds include *C. album*, *A. theophrasti*, *P. bungeanum*, *A. caerulea*, *A. retroflexus*, et al. Different lowercase letters in the same column in the table indicate significant differences ($P<0.05$) by Duncan’s new complex range method, and the same in the following table.

表 3 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 对油莎豆田一年生杂草防除效果 (2022)

Table 3 Effect of pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC on annual weeds in tigernut field (2022)											
药剂 Herbicide	用量/(g/hm ²) Dose	株防效/%(施药后 20 d) Efficacy of plant (20 d after application)			株防效/%(施药后 40 d) Efficacy of plant (40 d after application)			鲜重防效/%(施药后 40 d) Fresh weight efficacy (40 d after application)			
		禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	
36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC	1 372.0	75.2d	86.2c	82.9e	75.3d	82.8d	80.3d	90.5d	91.4d	90.8de	
	1 647.0	92.2bc	94.3b	93.3c	87.8bc	93.4c	91.3c	94.7c	95.4c	95.0c	
	1 921.0	96.9b	98.4b	98.0b	95.1ab	97.4b	96.6b	97.9b	98.8b	98.3b	
	3 294.0	100.0a	100.0a	100.0a	99.2a	99.6a	99.3a	100.0a	99.9a	99.9a	

续表 3 Table 3(Continued)

药剂 Herbicide	用量/(g/hm ²) Dose	株防效/%(施药后 20 d) Efficacy of plant (20 d after application)			株防效/%(施药后 40 d) Efficacy of plant (40 d after application)			鲜重防效/%(施药后 40 d) Fresh weight efficacy (40 d after application)		
		禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total	禾本科 杂草 Grass weed	阔叶 杂草 Broadleaf weed	杂草 总计 Total
330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	1 008.0	90.1c	64.8d	72.1f	86.9c	61.1e	69.6e	94.0cd	63.6f	77.8f
50%扑草净 WP prometryn 50% WP	1 260.0	37.3e	85.5c	71.3f	27.4e	82.2d	64.2e	55.6f	87.8e	72.6g
50%丙炔氟草胺 WP flumioxazin 50% WP	64.8	71.9d	96.2b	89.0d	67.0d	92.0c	83.8d	81.0e	94.1cd	88.0e
人工除草 Manual weeding	—	93.1bc	96.1b	94.3c	91.4bc	94.0c	93.0c	92.2cd	92.5cd	92.3d

2.3 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 对油莎豆的安全性

试验结果表明,36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 在油莎豆田使用剂量 1 372~1 921 g/hm² 范围内,对油莎豆出苗、生长、产量等未见不良影响。使用剂量为 3 294 g/hm² 时及对照药剂 50%丙炔氟草胺 WP (64.8 g/hm²)对油莎豆出苗、生长、产量有影响,降低出苗率,对生长有抑制,与人工除草比较,差

异显著。试验对照药剂 330 g/L 二甲戊灵 EC (1 008 g/hm²)、50%扑草净 WP (1 260 g/hm²) 对油莎豆出苗、生长未见不良影响,与人工除草处理比较,产量降低,且差异显著。主要是因为二者杀草谱较单一,对部分杂草防效低,杂草危害所致。试验的空白对照处理试验数据也表明,杂草影响油莎豆前期生长,后期对产量影响大,可造成减产 40%以上,具体调查数据见表 4。

表 4 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 对油莎豆的安全性

Table 4 Safety of pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC to tigernut

药剂 Herbicide	用量/ (g/hm ²) Dose	2021				2022			
		出苗率/% Seedling rate	鲜重/ (g/5 株) Fresh weight	产量/ (kg/hm ²) Yield	增产率/% Yield increase	出苗率/% Seedling rate	鲜重/ (g/5 株) Fresh weight	产量/ (kg/hm ²) Yield	增产率/% Yield increase
36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC pendimethalin · prometryn · flumioxazin 36.6% SC	1 372.0	82	19.14a	3 450ab	—0.86	85	20.76a	3 760a	—1.31
	1 647.0	82	18.82a	3 520a	1.15	84	20.39a	3 850a	1.05
	1 921.0	81	18.86a	3 580a	2.87	82	19.83a	3 850a	1.05
	3 294.0	74	16.92b	3 300b	—5.17	76	17.13b	3 520b	—7.61
330 g/L 二甲戊灵 EC pendimethalin 330 g/L EC	1 008.0	82	19.04a	2 900c	—16.67	86	20.24a	3 220cd	—15.49
50%扑草净 WP prometryn 50% WP	1 260.0	82	19.20a	2 800c	—19.54	84	19.71a	3 010d	—21.00
50%丙炔氟草胺 WP flumioxazin 50% WP	64.8	71	15.56b	2 780c	—20.11	70	15.52b	3 250c	—14.70
人工除草 Manual weeding	—	81	18.96a	3 480a	—	83	20.58a	3 810a	—
对照 CK	—	78	17.24ab	1 960d	—43.68	82	16.91b	2 120e	—44.36

3 结论与讨论

试验结果表明,二甲戊灵、扑草净、丙炔氟草胺联合使用对一年生杂草未见拮抗作用,表现为相加或增效作用。以 50:40:1、30:30:1 的比例表现为佳,三者以 30:30:1 的复配制剂 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC,在油莎豆田间杂草防治试验中,其对

一年生杂草亦有较高防效,在 1 372~1 921 g/hm² 用量范围内,对油莎豆安全性高,可作为油莎豆田苗前封闭使用,适宜用量为 1 647~1 921 g/hm²,兑水量 750 L/hm²,在油莎豆播后 3~5 d (播后苗前) 土壤喷雾。生测试验的另外一个筛选结果 50:40:1 的增效作用,虽然略低于 30:30:1,但该比例下的田间防效也较好,具有一定的应用前景,具体的对

杂草防控效果,使用方法等值得探索和论证。

在杂草防控范围上,虽然本文只对一年生杂草进行了调查,但据目测试验药剂 36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 和对照药剂 50%丙炔氟草胺 WP 对多年生早春杂草小蓟、蒲公英,亦有较好抑制作用。它与其他多年生杂草防效如何,还有待于进一步试验调查论证。在药剂的持效期上,施药后 40 d 部分残存杂草生长受抑制,新出土的杂草数量少,与施药后 20 d 比较,此时的油莎豆生长达到茂盛期,与杂草的竞争力增强。防效虽略有降低,仍能满足生产需要。在 2 年的试验中,防效的整体趋势一致,但第 2 年的防效高于第 1 年,推测这与施药后 1 周内的降雨有关,第 1 年试验施药后 1 周内未降雨,而第 2 年施药后 1 周内降雨量为 20 mm。

在应用上,随着种植业结构调整,合理轮作技术是改善栽培环境条件的主要方法。油莎豆种植的推广,增加了作物轮作的几率和栽培选择。但部分作物间的轮作常受限于除草剂的使用范围及残留危害。二甲戊灵、扑草净、丙炔氟草胺 3 种药剂不仅各自登记使用的作物种类较多,二甲戊灵与扑草净的复配已在马铃薯、大蒜、棉花田登记,与丙炔氟草胺的复配制剂在大蒜、棉花田已登记,且程玉臣等、何伟等论证了其在绿豆田、加工番茄田使用的可行性^[18-19]。与以上二者的复配比较,三者复配,进一步发挥了二甲戊灵、扑草净对大多数作物安全性和丙炔氟草胺高活性的优点,还可降低扑草净的用量;在应用范围上,本文只在油莎豆田进行了田间药效试验,36.6%二甲戊·扑·丙炔 SC 在玉米、大豆、花生、马铃薯、棉花等作物以及以上作物的间作田,具有应用潜力,值得进一步探索论证。

在安全性上,二甲戊灵、丙炔氟草胺在环境中残留期短,对生态、粮食的安全性高,扑草净对水生生物危害较大^[20-21]。三者联合后,其使用区域应远离水源和水产养殖区域,其在油莎豆上的残留量及对油莎豆的品质是否存在不利影响,还有待于进一步检测。总之,一种除草剂的研发、使用,除了满足农业生产需要,还应达到环境、人民健康生活标准的要求。

参考文献

[1] 焦兵阳,王英,尹诗慧,等.油莎豆生物学特性、功能与遗传研究进展[J].现代化农业,2021(1):40-44.

[2] 郭婷婷,万楚筠,黄凤洪,等.油莎豆主要营养成分及生理功能研究进展[J].中国油料作物学报,2021,43(6):1174-1180.

[3] 曹稀琦,任永峰,路战远,等.油莎豆的特性及其开发利用研究进展[J].北方农业学报,2022,50(1):66-74.

[4] MA Jiannan, FENG Xu, MENG Haocong, et al. Chemical constituents of *Cyperus esculentus* leaves and the protective effect against agricultural fungicide-induced hepatotoxicity [J/OL]. Chemistry & Biodiversity, 2022, 19(11): 1-14. DOI: org/10.1002/cbdv.20220053.

[5] MOHAMMED A, SANUSI K, HARUNA U Y. Tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) and date palm (*Phoenix dactylifera* L.) fruit blend mitigates hyperglycemia, insulin resistance and oxidative complications in type-2 diabetes models [J/OL]. Journal of Food Biochemistry, 2022, 46(12): e14423. DOI: 10.1111/JFBC.14423.

[6] 单维婷,王英臣,高倩倩.香菇多糖制备工艺的优化及其产品生产[J].粮食与油脂,2022,35(9):122-126.

[7] 厉广辉,王兴军,张斌,等.不同油莎豆品种在山东种植的产量与品质研究[J].山东农业科学,2021,53(3):61-64.

[8] 瞿萍梅,龙春林,程治英,等.油莎豆的组织培养和快速繁殖[J].植物生理学通讯,2007(2):331.

[9] 王聪,马锐骛,王斌,等.不同种植和管理方式对油莎豆叶片性状及地上地下生物量的影响[J].中国土壤与肥料,2022(10):104-110.

[10] 赵壮,王东伟,何晓宁,等.油莎豆联合收获机反旋抛送装置的设计与试验[J].农机化研究,2023,45(7):65-70.

[11] 华乃震.旱田除草剂二甲戊灵的剂型、应用和市场[J].现代农药,2015,14(4):1-4.

[12] 王义生,张伟,贾娇,等.氟噻草胺与扑草净配比筛选及其复配制剂应用效果评价[J].农药,2021,60(3):226-229.

[13] 任帅臻,郭振豪,代晶晶,等.500 g/L 扑草净悬浮剂的研制[J].世界农药,2017,39(5):42-45.

[14] 黄华树.丙炔氟草胺述评[J].农药,2016,55(10):778-780.

[15] 中华人民共和国农业部.农药室内生物测定试验准则除草剂第 3 部分:活性测定实验土壤喷雾法:NY/T 1155.3-2006 [S].北京:中国农业出版社,2006.

[16] 中华人民共和国农业部.农药室内生物测定试验准则除草剂第 7 部分:混合的联合作用测定:NY/T 1155.7-2006 [S].北京:中国农业出版社,2006.

[17] 中华人民共和国农业部.农药田间药效试验准则(二)第 125 部分 除草剂防治大豆田杂草:GB/T17980.125-2004 [S].北京:中国标准出版社,2004.

[18] 程玉臣,赵存虎,贺小勇,等.二甲戊灵与扑草净混用防除绿豆田杂草的效果及对绿豆的安全性[J].北方农业学报,2018,46(5):80-84.

[19] 何伟,杨华,许建军,等.二甲戊灵、扑草净对加工用番茄和列当种子萌芽抑制作用研究[J].新疆农业科学,2017,54(2):320-326.

[20] 谢剑,戴习林,臧维玲,等.扑草净对两种虾和两种水草的毒性研究[J].湖南农业科学,2010(23):147-150.

[21] 桂英爱,葛祥武,孙程鹏,等.扑草净在环境和生物体内的降解代谢、毒性及安全性评价研究进展[J].大连海洋大学学报,2019,34(6):846-852.