红花苗前除草剂筛选及安全性评价

吴仁海[1]， 职倩倩[1]， 魏子云[1]， 孙慧慧[1]， 梁慧珍[2]，
薛 飞[1]， 苏旺苍[1]， 徐洪乐[1]， 鲁传涛[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，郑州 450002；
2. 河南省农业科学院芝麻研究中心，郑州 450002）

摘要 本研究通过室内外试验评估了12种苗前除草剂对红花的安全性和除草效果。盆栽试验表明，50%乙草胺EC有效剂量675～1 350 g/hm²，33%二甲戊灵EC 495～990 g/hm²，960 g/L精异丙甲草胺EC 675～1 350 g/hm²，24%乙氧氟草醚EC 60～180 g/hm²，30%吡氟酰草胺SC 54～162 g/hm²，250 g/L噁草酮EC 270～540 g/hm²，50%丙炔氟草胺WP 45～90 g/hm²，对红花生长抑制相对较小，鲜重抑制率基本上低于20%。田间对上述除草剂及其混用的安全性进行了测定，结果表明，960 g/L精异丙甲草胺EC 900 g/hm²＋250 g/L噁草酮EC 450 g/hm² 对红花生长抑制较小，与对照差异不显著，其他除草剂单独使用或混配使用对红花苗前期生长均有一定的抑制作用，但对叶色、株型等无明显影响，整体药害程度较轻。调查表明，除草剂混配使用较除草剂单用对杂草控制作用更好。

关键词 杂草防除； 红花； 除草剂； 安全性

中图分类号： S 482.4 **文献标识码：** B **DOI：** 10.16688/j.zwbh.2018111

Screening and safety evaluation of herbicides used before seedling in *Carthamus tinctorius* field

WU Renhai[1]， ZHI Qianqian[1]， WEI Ziyun[1]， SUN Huihui[1]， LIANG Huizhen[2]，
XUE Fei[1]， SU Wangcang[1]， XU Hongle[1]， LU Chuantao[1]

（1. *Institute of Plant Protection*，*Henan Academy of Agricultural Sciences*，*Henan Key Laboratory of Crop Pest Control*，*Zhengzhou* 450002，*China*；
2. *Sesame Research Center*，*Henan Academy of Agricultural Sciences*，*Zhengzhou* 450002，*China*）

Abstract Twelve herbicides before seedling were evaluated for their safety and effect to safflower（*Carthamus tinctorius*）in laboratory and field. Pot trial showed that acetochlor 50% EC 675－1 350 g/hm²，pendimethalin 33% EC 495－990 g/hm²，*S*-metolachlor 960 g/L EC 675－1 350 g/hm²，oxyfluorfen 24% EC 60－180 g/hm²，diflufenican 30% SC 54－162 g/hm²，oxadiazon 250 g/L EC 270－540 g/hm² and flumioxazin 50% WP 45－90 g/hm² had low inhibition activity on safflower growth，with the inhibitory rate of safflower's fresh weight of no more than 20%. Field experiments showed that *S*-metolachlor 960 g/L EC 900 g/hm² mixed with oxadiazon 250 g/L EC 450 g/hm² were safe to safflower，and there were no significant difference for their leaf number and fresh weight compared with the control. The other treatments could inhibit the growth of safflower with no significant difference in the color of leaves and plant type，indicating that the overall degree of phytotoxicity was low and receivable. Herbicide mixture is better than herbicide alone for weed control.

Key words weed control； *Carthamus tinctorius*； herbicide； safety

红花 *Carthamus tinctorius* L.，菊科红花属一年生双子叶植物，其干燥管状花为常用中药红花。红花性辛、温，活血通经、散瘀止痛，用于治疗闭经、痛经、跌打损伤等病症[1]。红花籽油是具有保健功能的食用油。现代研究表明，红花对心脑血管、神经系统、免疫系统等具有一定的药理作用，应用前景广

收稿日期： 2018－03－14 **修订日期：** 2018－05－10
基金项目： 商品粮大省奖励资金示范推广项目(ynk20177003)；河南省农业科学院“四优四化”科技支撑行动计划(SYSH2018-09-04)
* 通信作者 E-mail：chuantaolu@qq.com。

阔。随着人们生活水平的提高,市场对红花需求迅速上升,红花种植面积迅速扩大,现在新疆、河南、四川和浙江等地区大面积种植[2]。红花在河南省具有悠久的种植历史,主要分布于新乡、安阳、商丘等地区。新乡产的“卫红花”以花丝长、药效好在国内外享有盛名[3]。

红花田杂草繁多,其与红花争夺营养、水分、光照及生长空间,严重影响红花的生长及产量。化学除草具有简便、高效、省时省力等特点,是现代农作物大规模种植的基础。孙立晨等、加苏尔·阿合旦木等及邵明霞等[4-6]对红花田化学除草进行了探索,取得一定进展,但仍存在许多问题。一方面,红花田化学除草研究较少,涉及的除草剂种类少,大多数除草剂对红花的安全性及应用风险还不清楚;另一方面,不同地区杂草群落不同,环境条件差异很大,会对除草剂效果产生很大影响,相关除草剂应用技术有待于进一步验证与完善。

为进一步明确除草剂对红花的安全性和除草效果,寻找更多的红花田除草方案,本团队利用室内盆栽试验及田间小区试验对部分苗前除草剂的安全性进行了评估,测定了它们在田间对几类主要杂草的防除效果,以期为红花田除草提供指导。

1　材料与方法

1.1　供试药剂

50%乙草胺 EC,杭州庆丰农化有限公司;960 g/L精异丙甲草胺 EC,瑞士先正达作物保护有限公司;24%乙氧氟草醚 EC,美国陶氏益农公司;41%氟噻草胺 SC,京博农化股份有限公司;30%吡氟酰草胺 SC,山东胜邦绿野化学有限公司;40%砜吡草唑 SC,上海群力化工有限公司;25%扑草净 WP,湖北天燕化工有限公司;30%氰草津 SC,河南省农科院植保所农药厂配制;33%二甲戊灵 EC,山东滨农科技有限公司;250 g/L 噁草酮 EC,江苏龙灯化学有限公司;5%咪唑乙烟酸 AS,山东先达农化股份有限公司;50%丙炔氟草胺 WP,日本住友化学株式会社,以上药剂均为市售。

1.2　试验概况

室内盆栽试验各处理放置在恒温培养箱中,光照时 25℃,黑暗时 20℃,L∕∕D=12 h∕∕12 h。田间试验在河南省农业科学院原阳基地进行,土壤质地为潮土,有机质含量 5.5 g/kg,pH 8.4,地力均匀,管理一致,杂草种类繁多,前茬休闲。

1.3　试验设计

室内土壤封闭处理:土壤取自河南省农业科学院原阳试验基地,每处理 3 盆,花盆直径 12 cm,高 10 cm,装土 4/5,每盆播种 8 粒种子,覆土 1 cm,播后 2 d,喷施除草剂,以吉田 k-3 油漆喷枪为喷头,以直连便携式空气压缩机(ZB-0.071/7,泉州日豹机电有限公司)提供气压源,以减压阀调节压力至 0.3～0.5 MPa,喷雾速度为 0.8～1 mL/s,喷液量为 450 kg/hm^2。各处理分别为 50%乙草胺 EC 有效剂量(下同) 675、900、1 350 g/hm^2;960 g/L 精异丙甲草胺 EC 675、900、1 350 g/hm^2;24%乙氧氟草醚 EC 60、120、180 g/hm^2;41%氟噻草胺 SC 73.8、147.6、221.4 g/hm^2;30%吡氟酰草胺 SC 54、108、162 g/hm^2;40%砜吡草唑 SC 54、90、126 g/hm^2;25%扑草净 WP 有效成分用量 450、675、900 g/hm^2;30%氰草津 SC 450、675、900 g/hm^2;33%二甲戊灵 EC 495、742.5、990 g/hm^2;250 g/L 噁草酮 EC 270、405、540 g/hm^2;5%咪唑乙烟酸 AS 45、67.5、90 g/hm^2;50%丙炔氟草胺 WP 45、67.5、90 g/hm^2;每个处理设置 3 个重复,以清水为对照(CK)。

田间土壤封闭处理:人工撒播,播种株行距为 35 cm×2 cm,施药时天气晴好,土壤墒情适中。田间播后 3 d,以浙江台州市下牌电动喷雾器(型号 SX-CS5F)喷施除草剂,喷雾用水量为 450 kg/hm^2。各处理如下:33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm^2,50%乙草胺 EC 900 g/hm^2;960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm^2;24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm^2;30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm^2;250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm^2;50%丙炔氟草胺 WP 45、67.5、90 g/hm^2;33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm^2+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm^2;50%乙草胺 EC 900 g/hm^2+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm^2;960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm^2+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm^2;33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm^2+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm^2;50%乙草胺 EC 900 g/hm^2+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm^2;960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm^2+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm^2;33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm^2+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm^2;50%乙草胺 EC 900 g/hm^2+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm^2;960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm^2+250 g/L 噁

草酮 EC 450 g/hm²；50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²＋24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²；50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²＋30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²；50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²＋250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²；每处理 3 个重复，以清水为对照(CK)，每小区 30 m²，采用随机区组排列。

1.4 调查方法

室内试验：分别于施药后 7、14 d 调查红花药害级别、株高，14 d 调查红花的鲜重，计算鲜重抑制率。

$$鲜重抑制率=\frac{对照鲜重-处理鲜重}{对照鲜重}\times 100\%;$$

田间试验：每小区随机 3 点、每点 10 株取样调查，分别于施药后 7、14、35 d 调查红花药害级别、株高，14、35 d 调查红花叶片数、鲜重和杂草的危害级别，计算鲜重抑制率。

红花的药害级别分级标准参照刘学等《农药生物活性测定标准操作规范——除草剂卷》[7]：0 级，很安全；1 级，安全；2 级，轻微药害；3 级，有药害；4 级，严重药害。

杂草危害级别分级参照国标 GB/T 17980.41-2000[8]：处理区与空白对照区的杂草数量比较，1 级，无草；2 级，杂草数量相当于空白对照区的 0～2.5%；3 级，杂草数量相当于空白对照区的 2.6%～5%；4 级，杂草数量相当于空白对照区的 5.1%～10%；5 级，杂草数量相当于空白对照区的 10.1%～15%；6 级，杂草数量相当于空白对照区的 15.1%～25%；7 级，杂草数量相当于空白对照区的 25.1%～35%；8 级，杂草数量相当于空白对照区的 35.1%～67.5%；9 级，杂草数量相当于空白对照区的 67.6%～100%。

1.5 数据处理与统计

所有试验数据采用平均值±标准误差表示，用 DPS 7.05 进行 ANOVA 分析，并对方差分析的显著性采用 Duncan's 新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 室内盆栽试验结果

在室内盆栽条件下对 12 种除草剂对红花的安全性进行了测定，药后 7 d 目测药害级别，各药剂处理与对照差异不显著，红花均处于子叶期，种子出苗率、子叶大小、颜色无明显变化。药后 14 d，红花 4～6 片叶，目测 41%氟噻草胺 SC 73.8～221.4 g/hm²，25%扑草净 WP 450～900 g/hm²，30%氰草津 SC 450～900 g/hm²等处理的个别红花幼苗根基腐烂、死亡，剩余植株正常生长。40%砜吡草唑 SC 54～126 g/hm²，5%咪唑乙烟酸 AS 45～90 g/hm² 处理的植株生长受到抑制，真叶叶片明显小于对照。14 d对各处理红花苗地上鲜重进行测定，结果表明，50%乙草胺 EC 675～900 g/hm²、960 g/L 精异丙甲草胺 EC 675～1 350 g/hm²、24%乙氧氟草醚 EC 60～180 g/hm²、30%吡氟酰草胺 SC 54～162 g/hm²、33%二甲戊灵 EC 495～990 g/hm²、250 g/L 噁草酮 EC 270～540 g/hm²、50%丙炔氟草胺 WP 45～90 g/hm²，对红花鲜重抑制率低于 20%，红花生长受到的影响较小，相对较为安全。

表 1 苗前除草剂对红花的安全性目测结果及对鲜重的影响(室内盆栽)[1)]

Table 1 Safety and effect of the herbicides used before seedling on fresh weight of safflower in indoor pot experiment

除草剂 Herbicide	有效成分用量/g·(hm²)⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 7 d 药害级别 Phytotoxicity grade 7 d after application	药后 14 d 14 d after application		
			药害级别 Phytotoxicity grade	平均鲜重/mg·株⁻¹ Mean fresh weight	鲜重抑制率/% Inhibition rate on fresh weight
50%乙草胺 EC acetochlor 50% EC	675	1	1	(565.1±4.8)lmn	17.09
	900	1	1	(646.1±8.3)d	5.20
	1 350	1	1	(506.2±4.2)t	25.73
960 g/L 精异丙甲草胺 EC S-metolachlor 960 g/L EC	675	1	1	(578.8±3.0)jk	15.07
	900	1	1	(591.0±3.5)hi	13.29
	1 350	1	1	(563.8±2.2)mno	17.28
24%乙氧氟草醚 EC oxyfluorfen 24% EC	60	1	1	(654.6±3.6)c	3.96
	120	1	1	(564.6±2.2)mno	17.16
	180	1	1	(588.3±2.1)i	13.68

续表 1　Table 1(Continued)

除草剂 Herbicide	有效成分用量/g·(hm²)⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 7 d 药害级别 Phytotoxicity grade 7 d after application	药后 14 d　14 d after application		
			药害级别 Phytotoxicity grade	平均鲜重/mg·株⁻¹ Mean fresh weight	鲜重抑制率/% Inhibition rate on fresh weight
41%氟噻草胺 SC flufenacet 41% SC	73.8	1	2	(347.4±2.5)y	49.04
	147.6	1	2	(445.8±9.5)w	34.59
	221.4	1	2	(523.8±8.2)s	23.15
30%吡氟酰草胺 SC diflufenican 30% SC	54	1	2	(573.5±0.5)kl	15.86
	108	1	2	(721.2±7.7)a	−5.82
	162	1	2	(584.2±4.3)ij	14.28
40%砜吡草唑 SC pyroxasulfone 40% SC	54	1	2	(548.2±13.3)qr	19.56
	90	1	2	(498.4±2.7)u	26.88
	126	1	2	(483.2±5.6)v	29.10
25%扑草净 WP prometryn 25% WP	450	1	2	(551.9±7.2)pq	19.02
	675	1	2	(376.0±1.0)x	44.83
	900	1	2	(378.1±0.9)x	44.52
30%氰草津 SC cyanazine 30% SC	450	1	2	(542.5±7.8)r	20.40
	675	1	2	(562.4±1.6)mno	17.49
	900	1	2	(530.5±2.0)s	22.17
33%二甲戊灵 EC pendimethalin 33% EC	495	1	1	(615.7±8.0)f	9.67
	742.5	1	1	(573.6±5.3)kl	15.84
	990	1	1	(600.9±1.2)g	11.83
250 g/L 噁草酮 EC oxadiazon 250 g/L EC	270	1	1	(597.1±2.7)gh	12.40
	405	1	1	(630.8±0.3)e	7.45
	540	1	1	(598.1±2.5)gh	12.24
5%咪唑乙烟酸 AS imazethapyr 5% AS	45	1	2	(566.7±3.4)lm	16.86
	67.5	1	2	(573.0±4.7)kl	15.93
	90	1	2	(556.3±9.6)opq	18.37
50%丙炔氟草胺 WP flumioxazin 50% WP	45	1	1	(557.7±7.9)nop	18.17
	67.5	1	1	(610.9±8.8)f	10.37
	90	1	2	(548.1±3.5)qr	19.58
CK	—	1	1	(681.6±3.5)b	—

1) 同列不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Different small letters in the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level. The same below.

2.2　田间小区试验结果

根据室内试验结果,选择二甲戊灵等除草剂进行田间小区试验,以验证其对红花的安全性。药后 7、14、35 d 目测表明,各处理红花生长基本正常,叶色、叶型、长势等基本与对照一致。对红花叶片数及鲜重进行调查,结果表明,药后 14 d,大部分处理叶片数及鲜重较对照有不同程度降低,其中 33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm² 处理叶片数显著低于对照。960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²、24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²、50%丙炔氟草胺 WP 67.5~90 g/hm²、33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、50%乙草胺 EC 900 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²、50%乙草胺 EC 900 g/hm²+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²、33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm² 处理红花苗鲜重显著低于对照,表明其对红花生长有一定的抑制作用。药后 35 d,50%乙草胺 EC 900 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm² 处理的叶片数显著低于对照,其他处理叶片数和对照均无显著差异;960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm² 处理鲜重与对照无显著差异,其他处理鲜重均显著低于对照。

表 2　苗前除草剂对红花叶片数、鲜重的影响(大田试验)

Table 2　Effect of the herbicides used before seedling on leaf blade number and fresh weight of safflower in field experiment

除草剂 Herbicide	有效成分用量/g·(hm²)⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 14 d 14 d after application			药后 35 d 35 d after application		
		叶片数/片·株⁻¹ Leaf number	平均株鲜重/g Plant fresh weight	鲜重抑制率/% Inhibition rate on fresh weight	叶片数/片·株⁻¹ Leaf number	平均株鲜重/g Plant fresh weight	鲜重抑制率/% Inhibition rate on fresh weight
33%二甲戊灵 EC　pendimethalin 33% EC	742.5	(5.20±0.52)ab	(1.25±0.14)ab	26.45	(12.10±2.07)a	(13.68±1.68)bc	23.47
50%乙草胺 EC　acetochlor 50% EC	900	(5.43±0.23)ab	(1.30±0.07)ab	23.59	(12.17±1.53)ab	(13.52±1.11)bc	24.32
960 g/L 精异丙甲草胺 EC　*S*-metolachlor 960 g/L EC	900	(5.27±0.42)ab	(1.18±0.04)b	30.69	(11.07±0.67)abcd	(12.88±0.74)bc	27.92
24%乙氧氟草醚 EC　oxyfluorfen 24% EC	144	(5.50±0.30)ab	(1.15±0.12)b	32.41	(11.47±0.21)abcd	(11.49±1.59)c	35.68
30%吡氟酰草胺 SC　diflufenican 30% SC	108	(5.43±0.45)ab	1.27±0.11 ab	25.37	(11.67±0.25)abc	12.67±2.62 bc	29.12
250 g/L 噁草酮 EC　oxadiazon 250 g/L EC	450	(5.40±0.30)ab	(1.16±0.30)b	31.88	(11.07±0.32)abcd	(12.83±0.85)bc	28.20
50%丙炔氟草胺 WP　flumioxazin 50% WP	45	(5.20±0.52)ab	(1.25±0.09)ab	26.59	(11.33±0.25)abcd	(12.76±1.01)bc	28.58
50%丙炔氟草胺 WP　flumioxazin 50% WP	67.5	(5.20±0.10)ab	(1.16±0.09)b	31.92	(9.83±0.83)cd	(12.63±0.44)bc	29.32
50%丙炔氟草胺 WP　flumioxazin 50% WP	90	(5.30±0.35)ab	(1.15±0.10)b	32.47	(10.87±0.74)abcd	(12.98±1.37)bc	27.38
33%二甲戊灵 EC+24%乙氧氟草醚 EC pendimethalin 33% EC+ oxyfluorfen 24% EC	742.5+144	(4.97±0.32)b	(1.05±0.27)b	38.04	(9.90±0.56)cd	(11.28±1.33)c	36.88
50%乙草胺 EC+24%乙氧氟草醚 EC acetochlor 50% EC+oxyfluorfen 24% EC	900+144	(5.37±0.06)ab	(1.11±0.21)b	34.57	(9.77±1.57)d	(11.39±2.12)c	36.28
960 g/L 精异丙甲草胺 EC+24%乙氧氟草醚 EC *S*-metolachlor 960 g/L EC+oxyfluorfen 24% EC	900+144	(5.37±0.25)ab	(1.14±0.13)b	33.14	(10.47±1.00)abcd	(12.42±1.83)bc	30.50
33%二甲戊灵 EC+30%吡氟酰草胺 SC pendimethalin 33% EC+diflufenican 30% SC	742.5+108	(5.33±0.23)ab	(1.15±0.17)b	32.27	(10.63±0.31)abcd	(13.21±0.91)bc	26.08
50%乙草胺 EC+30%吡氟酰草胺 SC acetochlor 50% EC+diflufenican 30% SC	900+108	(5.33±0.35)ab	(1.21±0.48)b	28.80	(10.77±1.22)abcd	(13.84±1.28)bc	22.55
960 g/L 精异丙甲草胺 EC+30%吡氟酰草胺 SC *S*-metolachlor 960 g/L EC+diflufenican 30% SC	900+108	(5.60±0.17)a	(1.26±0.51)ab	26.18	(10.97±1.27)abcd	(14.01±0.70)bc	21.60
33%二甲戊灵 EC+250 g/L 噁草酮 EC pendimethalin 33% EC+oxadiazon 250 g/L EC	742.5+450	(5.60±0.36)a	(1.17±0.30)b	30.92	(10.90±0.20)abcd	(12.89±0.67)bc	27.89
50%乙草胺 EC+250 g/L 噁草酮 EC acetochlor 50% EC+oxadiazon 250 g/L EC	900+450	(5.47±0.15)ab	(1.40±0.30)ab	17.65	(11.03±0.61)abcd	(14.56±3.31)bc	18.54
960 g/L 精异丙甲草胺 EC+250 g/L 噁草酮 EC *S*-metolachlor 960 g/L EC+oxadiazon 250 g/L EC	900+450	(5.70±0.40)a	(1.49±0.26)ab	12.57	(10.80±1.18)abcd	(15.23±1.34)ab	14.77
50%丙炔氟草胺 WP+24%乙氧氟草醚 EC flumioxazin 50% WP+oxyfluorfen 24% EC	45+144	(5.33±0.29)ab	(1.28±0.17)ab	24.53	(10.30±1.00)bcd	(11.48±2.16)c	35.76
50%丙炔氟草胺 WP+30%吡氟酰草胺 SC flumioxazin 50% WP+diflufenican 30% SC	45+108	(5.33±0.21)ab	(1.27±0.26)ab	25.02	(10.90±0.35)abcd	(13.78±2.99)bc	22.87
50%丙炔氟草胺 WP+250 g/L 噁草酮 EC flumioxazin 50% WP+oxadiazon 250 g/L EC	45+450	(5.70±0.10)a	(1.38±0.27)ab	18.75	(10.23±0.25)cd	(12.90±2.04)bc	27.79
CK		(5.70±0.20)a	(1.70±0.12)a	—	(11.70±1.15)abc	(17.87±1.85)a	—

虽然大部分处理对红花苗鲜重有抑制作用,但对比药后 35 d 及 14 d 红花鲜重抑制率表明,除了 24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²、50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²、50%乙草胺 EC 900 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²、960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+250 g/L噁草酮 EC 450 g/hm²、50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²、50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²处理以外,其他处理 35 d 鲜重抑制率较 14 d 鲜重抑制率一定程度的降低或一致,表明除草剂处理在前期对红花生长有一定的影响,对后期生长率并未有太大影响,红花后期长势基本正常。

采用目测法评价田间各处理对杂草的控制作用。药后 14 d,各处理对杂草控制作用较好,仅 30%吡氟酰草胺 SC 对禾本科杂草防效中等,其他处理杂草的危害级别均在 2 级以下,较为理想。药后 35 d,50%丙炔氟草胺 WP 67.5～90 g/hm²,33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²,50%乙草胺 EC 900 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²,960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm²,33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²,50%乙草胺 EC 900 g/hm²+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²,960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+30%吡氟酰草胺 SC 108 g/hm²,33%二甲戊灵 EC 742.5 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²,50%乙草胺 EC 900 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²,960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm²,50%丙炔氟草胺 WP 45 g/hm²+24%乙氧氟草醚 EC 144 g/hm² 对红花田杂草控制效果较好,禾本科杂草及阔叶杂草的危害级别均在 3 级及以下;而除草剂单剂处理对部分杂草的控制作用相对较差。

表 3　苗前除草剂对红花田禾本科杂草和阔叶杂草的防效

Table 3　Control effect of the herbicides used before seedling on gramineous weed and broadleaf weed in safflower field

除草剂 Herbicide	有效成分用量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 14 d　14 d after application		药后 35 d　35 d after application	
		禾本科杂草危害级别 Gramineous weed disease grade	阔叶杂草危害级别 Broadleaf weed disease grade	禾本科杂草危害级别 Gramineous weed disease grade	阔叶杂草危害级别 Broadleaf weed disease grade
33%二甲戊灵 EC　pendimethalin 33% EC	742.5	1	2	2	3
50%乙草胺 EC　acetochlor 50% EC	900	1	2	2	4
960 g/L 精异丙甲草胺 EC　S-metolachlor 960 g/L EC	900	1	2	3	4
24%乙氧氟草醚 EC　oxyfluorfen 24% EC	144	1	1	5	3
30%吡氟酰草胺 SC　diflufenican 30% SC	108	4	1	7	2
250 g/L 噁草酮 EC　oxadiazon 250 g/L EC	450	1	1	6	2
50%丙炔氟草胺 WP　flumioxazin 50% WP	45	1	1	5	3
50%丙炔氟草胺 WP　flumioxazin 50% WP	67.5	1	1	3	3
50%丙炔氟草胺 WP　flumioxazin 50% WP	90	1	1	2	2
33%二甲戊灵 EC +24%乙氧氟草醚 EC pendimethalin 33% EC+ oxyfluorfen 24% EC	742.5+144	1	1	1	1
50%乙草胺 EC +24%乙氧氟草醚 EC acetochlor 50% EC+ oxyfluorfen 24% EC	900+144	1	1	1	3
960 g/L 精异丙甲草胺 EC+24%乙氧氟草醚 EC S-metolachlor 960 g/L EC+ oxyfluorfen 24% EC	900+144	1	1	1	2
33%二甲戊灵 EC +30%吡氟酰草胺 SC pendimethalin 33% EC+ diflufenican 30% SC	742.5+108	1	1	2	3
50%乙草胺 EC +30%吡氟酰草胺 SC acetochlor 50% EC+ diflufenican 30% SC	900+108	1	1	1	1
960 g/L 精异丙甲草胺 EC+30%吡氟酰草胺 SC S-metolachlor 960 g/L EC+ diflufenican 30% SC	900+108	1	1	1	1
33%二甲戊灵 EC +250 g/L 噁草酮 EC pendimethalin 33% EC+ oxadiazon 250 g/L EC	742.5+450	1	1	1	1
50%乙草胺 EC +250 g/L 噁草酮 EC acetochlor 50% EC+ oxadiazon 250 g/L EC	900+450	1	1	1	1
960 g/L 精异丙甲草胺 EC+250 g/L 噁草酮 EC S-metolachlor 960 g/L EC+ oxadiazon 250 g/L EC	900+450	1	1	1	3

续表 3 Table 3(Continued)

除草剂 Herbicide	有效成分用量/ g·(hm²)⁻¹ Dosage of active ingredient	药后 14 d 14 d after application		药后 35 d 35 d after application	
		禾本科杂草危害级别 Gramineous weed disease grade	阔叶杂草危害级别 Broadleaf weed disease grade	禾本科杂草危害级别 Gramineous weed disease grade	阔叶杂草危害级别 Broadleaf weed disease grade
50%丙炔氟草胺 WP +24%乙氧氟草醚 EC flumioxazin 50% WP+ oxyfluorfen 24% EC	45+144	1	1	1	1
50%丙炔氟草胺 WP +30%吡氟酰草胺 SC flumioxazin 50% WP+ diflufenican 30% SC	45+108	1	1	6	1
50%丙炔氟草胺 WP +250 g/L 噁草酮 EC flumioxazin 50% WP+ oxadiazon 250 g/L EC	45+450	1	1	7	7
CK		9	9	9	9

3 结论与讨论

红花田土壤封闭处理室内盆栽试验，12 种封闭除草剂单剂处理中 50%乙草胺 EC 675～900 g/hm²、960 g/L 精异丙甲草胺 EC 675～1 350 g/hm²、24%乙氧氟草醚 EC 60～180 g/hm²、30%吡氟酰草胺 SC 54～162 g/hm²、33%二甲戊灵 EC 495～990 g/hm²、250 g/L 噁草酮 EC 270～540 g/hm²、50%丙炔氟草胺 WP 45～90 g/hm² 对红花相对安全，这几种药剂不同剂量处理下红花的鲜重抑制率虽然均低于 20%，但低、中、高三个剂量与对应的鲜重抑制率没有成明显的正比关系，我们分析可能是因为室内喷药采用喷枪喷施，药液分布的均匀度不够好。

在室内盆栽试验结果的基础上将这 7 种除草剂采用单剂或两两混配方式进行红花田间试验，进一步筛选对红花安全且对杂草防效理想的除草剂。其中 960 g/L 精异丙甲草胺 EC 900 g/hm²+250 g/L 噁草酮 EC 450 g/hm² 混配处理下红花苗田的禾本科杂草和阔叶杂草的危害级别均能降低到 3 级及以下，红花的鲜重抑制率也低于 20%，是 21 种处理中较为理想的红花苗田封闭除草剂配伍。

精异丙甲草胺是一种潜在风险低的改良除草剂，与其他除草剂混用安全性较佳[9]，适用作物谱广，除了玉米、大豆田外，也已经被广泛应用于马铃薯[10]、西瓜[11]、花生[12]等多种作物田封闭除草，对作物安全且除草效果好。噁草酮打破了传统封闭除草剂适用范围狭窄、除草品种单一、除草效果欠佳等瓶颈，可以有效地防除大多数一年生杂草[13]。本试验得出精异丙甲草胺和噁草酮混配能够有效地防除红花田杂草并对红花安全，一方面和邵明霞等[6]和孙立晨等[4]得出的精异丙甲草胺对红花安全的结果一致，另一方面又采用与噁草酮混配的方式，可更有效、全面地达到防除禾本科杂草和阔叶杂草的效果。

本试验在室内和田间分别进行了红花田除草剂筛选，筛选出了可应用于红花田的除草剂配伍，但仅是红花田封闭除草，以后还应进一步扩大试验范围，筛选红花苗后除草剂，以期为红花整个生育期的除草提供指导。

参考文献

[1] 蔡广. 红花黄色素的临床应用进展[J]. 华南国防医学杂志，2003，17(1)：13－15.

[2] 王兆木. 世界红花种质资源评价与利用[M]. 北京：中国科学技术出版社，1993：24－37.

[3] 何哲. 红花的应用微探[J]. 海南医学，2009，20(3)：235－237.

[4] 孙立晨，肖凤艳，李烨，等. 几种除草剂在红花直播田的除草效果[J]. 安徽农业科学，2008，22(4)：10538.

[5] 加苏尔·阿合旦木，佐尔古力·托合塔洪，鄂恒彪，等. 几种除草剂红花田使用效果[J]. 农村科技，2014(4)：30－31.

[6] 邵明霞，刘廷辉，陈洁，等. 12 种除草剂对红花的安全性试验[J]. 农药，2015，54(11)：828－831.

[7] 刘学，顾宝根. 农药生物活性测定标准操作规范—除草剂卷[M]. 北京：化学工业出版社，2016：199－200.

[8] 魏福香，贾富勤，叶贵标，等. 农药田间药效试验准则(一)除草剂防治麦类作物地杂草，GB/T17980.41－2000[S]. 北京：中国标准出版社，2000：514－518.

[9] 刘洋. 精异丙甲草胺的发展现状及未来趋势评述[J]. 农药市场信息，2017，30(6)：26－28.

[10] 雷仲潮，雷玉明，郑天翔. 精异丙甲草胺对马铃薯田杂草防除效果[J]. 农业技术与装备，2016(1)：14－16.

[11] 张怡，禹云霞，樊中庆. 960 g/L 精异丙甲草胺乳油防治压砂西瓜田一年生杂草田间药效[J]. 宁夏农林科技，2013，54(10)：47－48.

[12] 李鸿梅，兰永红，周萍，等. 960 克/升精异丙甲草胺乳油防除花生地杂草药效试验[J]. 农技服务，2016，33(6)：113－114.

[13] 汪建沃. 深受市场欢迎的噁草酮悬浮剂[J]. 农药市场信息，2015，40(6)：48.

(责任编辑：杨明丽)