



郭小桐,王宇,罗婵,等.33%啶禾糠酯·灭草松乳油对大豆田一年生杂草的防除效果[J].黑龙江农业科学,2024(12):29-34.

33%啶禾糠酯·灭草松乳油对大豆田一年生杂草的防除效果

郭小桐,王宇,罗婵,丛克强,郭玉莲

(黑龙江省农业科学院 植物保护研究所,黑龙江 哈尔滨 150086)

摘要:为了明确茎叶除草剂 33%啶禾糠酯·灭草松乳油在不同剂量处理下对大豆田一年生杂草的防效,利用随机区组方法开展田间小区试验。结果表明,33%啶禾糠酯·灭草松乳油在制剂用量 $1\ 500\ \text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上对大豆田稗草、藜、本氏蓼、龙葵、苘麻等有较好的防效。施药后 30 d,对大豆田杂草总的株防效及鲜重防效分别为 85.5%~97.7%和 89.3%~99.2%,且各个剂量处理下大豆均未出现药害症状。产量测定结果表明,33%啶禾糠酯·灭草松乳油各处理区与空白对照相比均增产显著,增产率为 187.5%~216.9%,说明该药剂对大豆安全的同时对杂草具有较好的防效。适宜的 33%啶禾糠酯·灭草松乳油施药剂量为 $1\ 500\sim 1\ 800\ \text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ (即有效成分量 $495.0\sim 594.0\ \text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$)。

关键词:大豆;啶禾糠酯·灭草松;杂草防效;产量

大豆是重要的粮食作物,黑龙江省作为我国大豆主产区,大豆种植面积居于全国首位^[1]。大豆田杂草以禾本科杂草稗草(*Echinochloa crus-galli* L.)和阔叶杂草藜(*Chenopodium album* L.)、本氏蓼[*Persicaria bungeana* (Turcz.) Nakai ex T. Mori]、苘麻(*Abutilon theophrasti* Medikus)及龙葵(*Solanum nigrum* L.)为主,具有数量大、种类多、时间长的发生特点。田间杂草与大豆争夺养分,严重影响着大豆的品质和产量,一般会造成大豆减产 30%~50%^[2],因此,在大豆生产过程中防控杂草至关重要。啶禾糠酯 quizalofop-P-tefuryl 是一种对环境友好且高效的芳氧苯氧羧酸类除草剂,属于乙酰辅酶 A 羧化酶(Acetyl CoA Carboxylase)抑制剂^[3-5],其作用机理为抑制杂草体内正常酯类合成,阻碍杂草发芽和根茎生长来达到防除效果^[6-8]。啶禾糠酯对大多数一年生和多年生的禾本科防效突出,能够替代一些对环境污染大的有机磷除草剂,可应用于大豆、小麦、甜菜、马铃薯、油菜、豌豆等多种作物田中禾本科杂草的防除^[9]。灭草松(Bentazone)是一种被广泛使用的高效、广谱、低毒的选择性苯并噻二嗪酮类茎叶除草剂,其原理是抑制杂草的光合作用,阻碍杂草生长^[10-11]。灭草松可用于水稻^[12-13]、玉米^[14]、小

麦^[15]、大豆^[16]、马铃薯^[17]等多种作物田阔叶及莎草科杂草的防除,对抗性杂草及多年生恶性杂草防效较好,但要注意其不合理使用会危害土壤质量^[18]、人类健康^[19]及环境^[20]。自 2000 年以来,随着除草剂灭草松的广泛应用,灭草松单剂^[21]及复配制剂^[22-23]的相关研究已有不少报道。当前啶禾糠酯与灭草松复配后对大豆田杂草防除效果尚无报道,因此本研究测定了 33%啶禾糠酯·灭草松乳油对大豆田一年生杂草的防除效果及对大豆的安全性,以期为大豆田的除草剂复配选择及杂草防除提供借鉴。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

本研究在隶属于黑龙江省农业科学院的位于哈尔滨市道外区民主乡的国家现代农业科技示范展示基地开展,土壤类型为黑土。试验地在秋季起垄时施用控缓释型掺混肥料 $450\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,一年生杂草主要有禾本科稗草,阔叶杂草藜、本氏蓼、龙葵、苘麻等,其中稗草约占 30%,藜、本氏蓼、龙葵、苘麻分别约占 20%、15%、10%和 25%。

1.2 材料

大豆品种为黑农 48。供试药剂为 33%啶禾糠酯·灭草松乳油(安徽美程化工有限公司)。对

收稿日期:2023-11-02

基金项目:黑龙江省农业科技创新跨越工程农业关键技术科技创新重点攻关项目(CX23GG14)。

第一作者:郭小桐(1996—),女,硕士,研究实习员,从事杂草防控研究。E-mail:xtg96318@163.com。

通信作者:郭玉莲(1970—),女,博士,研究员,从事农田杂草防除、除草剂应用技术及药害研究。E-mail:yguo70@163.com。

照药剂为8%啶禾糠酯乳油(河南丰收乐化学有限公司);480 g·L⁻¹灭草松水剂(盐城联合伟业化工有限公司);25%氟磺·烯草酮乳油(辽宁三征化学有限公司)。

1.3 方法

1.3.1 试验设计 本研究遵从《农药登记试验质量管理规范》^[24]和《农药田间药效试验准则(二)除草剂防治大豆田杂草(GB/T 17980.125-2004)》^[25]。

大豆于2021年4月28日机械垄上双条播,播种量为60 kg·hm⁻²。施用33%啶禾糠酯·灭草松乳油、25%氟磺·烯草酮乳油、8%啶禾糠酯乳油及480 g·L⁻¹灭草松水剂,在6月7日大豆苗后利用新加坡利农PJB-16背负式电动喷雾器(TEEJET8002扇形喷嘴,喷液量450 L·hm⁻²)茎叶喷雾处理,喷雾压力0.405 MPa,整个生育期施药1次。设置4个33%啶禾糠酯·灭草松乳油梯度剂量,25%氟磺·烯草酮乳油、8%啶禾糠酯乳油、480 g·L⁻¹灭草松水剂按推荐剂量处理,另设空白对照和人工除草处理,各处理4次重复,具体药剂剂量详见表1,小区面积20 m²。各小区采用随机区组排列。

$$\text{防效}(\%) = \frac{\text{空白对照区草数(鲜重)} - \text{处理区残存草数(鲜重)}}{\text{空白对照区草数(鲜重)}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{增产率}(\%) = \frac{\text{处理区产量} - \text{人工对照区(空白除草区)产量}}{\text{人工对照区(空白除草区)产量}} \times 100 \quad (2)$$

1.3.4 安全性调查 分别于施药后15和30 d以及大豆封垄前,3次观察大豆长势。调查时观察大豆是否出现褪绿、枯斑、畸形、生长受到抑制等药害症状。如果药害能被计数测量时,应用绝对值表示,记载大豆株高、叶龄。如前期发现对大豆有药害症状,则于收获前要通过目测观察是否推迟成熟。本研究根据按药害分级方法对试验小区药害定级。

1级:大豆生长正常,无任何受害症状;

2级:大豆轻微药害,药害少于10%;

3级:大豆中等药害,以后能恢复,不影响产量;

4级:大豆药害较重,难以恢复,造成减产;

5级:大豆药害严重,不能恢复,造成明显减产或绝产。

1.3.5 数据分析 利用Excel 2016及SPSS v.19.0处理数据,通过Duncan's法分析不同处理间差异显著性($P < 0.05$)。

表1 供试药剂试验设计

处理号	药剂	制剂用量/ (mL·hm ⁻²)	有效成分量/ (g·hm ⁻²)
1	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	1200	396.0
2	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	1500	495.0
3	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	1800	594.0
4	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	3000	990.0
5	8%啶禾糠酯乳油	600	48.0
6	480 g·L ⁻¹ 灭草松水剂	3000	1440.0
7	25%氟磺·烯草酮乳油	1350	337.5
8	人工除草	—	—
9	空白对照	—	—

1.3.2 防效调查 茎叶处理于施药当天调查杂草基数,目测每种杂草占总草的百分比;在施药后15 d(6月22日)和30 d(7月7日)调查杂草残存情况。每小区调查4点,每点0.25 m²,并根据公式(1)分别计算每种杂草株数或鲜重防效^[22]。

1.3.3 产量测定 试验分区测产,于收获后对小区产量进行测定,选取小区中间段,测产面积10 m²。换算出公顷产量(kg·hm⁻²),并参照公式(2)计算增产率^[22]。

2 结果与分析

2.1 田间观察

33%啶禾糠酯·灭草松乳油施药后,各处理区一年生禾本科杂草稗草褪绿,逐渐发黄发红至枯死。一年生阔叶杂草藜、本氏蓼、苘麻、龙葵叶片褪绿干枯,逐渐全株枯死。后期观察,396.0 g·hm⁻²最低剂量处理残存一些稗草和较多的藜和苘麻,生长受抑制。其他处理残存少量稗草和藜、苘麻等杂草,生长受到严重抑制,高剂量处理残存杂草较少。

2.2 不同药剂处理对大豆田一年生杂草的防效

2.2.1 药后15 d防效 由表2可知,施药后15 d,33%啶禾糠酯·灭草松乳油有效成分396.0,495.0,594.0和990.0 g·hm⁻²处理对一年生杂草总的株数防效为84.3%~96.3%,其中有效成分396.0,495.0和594.0 g·hm⁻²处理间存在显著差异,剂量越高效果越好,有效成分量594.0和990.0 g·hm⁻²

处理效果显著高于对照药剂 25%氟磺·烯草酮乳油处理。

2.2.2 药后 30 d 防效 由表 3 和表 4 可知,施药后 30 d,33%啞禾糠酯·灭草松乳油有效成分 396.0,495.0,594.0 和 990.0 $\text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理对一年生杂草总的株数防效及鲜重防效分别为 85.5%~97.7%、89.3%~99.2%,剂量越高效果越好。33%啞禾糠酯·灭草松乳油有效成分 495.0 和 594.0 $\text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 处理与对照药剂 25%氟磺·烯草酮乳油处理对一年生杂草总的株数防效及鲜重防效

均无显著差异。在试验药剂各处理中,对本氏蓼防效最好,在对稗草的株数防效中,处理 2 显著高于处理 1;各处理对阔叶杂草藜、本氏蓼、苘麻及龙葵的株数防效中,处理 1 与处理 2 之间无显著差异,与处理 3 或处理 4 之间差异显著。在鲜重防效中,处理 1 对本氏蓼及龙葵的鲜重防效与处理 2 之间无显著差异,但与处理 3、处理 4 差异显著;对稗草、藜及苘麻的鲜重防效中,处理 1 与处理 2、处理 3、处理 4 均存在显著差异。

表 2 不同药剂处理施药后 15 d 对大豆田一年生杂草的株数防效

处理	药剂	有效成分量/ ($\text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$)	株数防效/%					
			稗草	藜	本氏蓼	苘麻	龙葵	总草合计
1	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	396.0	86.0 d	80.0 d	90.1 b	82.5 e	83.9 c	84.3 d
2	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	495.0	91.6 c	84.8 cd	93.8 ab	88.1 cde	88.7 bc	89.4 c
3	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	594.0	94.4 abc	90.5 bc	97.5 a	91.3 bcd	91.9 abc	93.0 b
4	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	990.0	97.9 ab	94.3 ab	98.8 a	95.2 abc	95.2 ab	96.3 b
5	8%啞禾糠酯乳油	48.0	95.8 abc	—	—	—	—	—
6	480 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 灭草松水剂	1440.0	—	93.3 ab	100.0 a	96.8 ab	93.5 ab	—
7	25%氟磺·烯草酮乳油	337.5	93.0 bc	83.8 cd	92.6 ab	86.5 de	87.1 bc	88.8 c
8	人工除草	—	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a	100.0 a

注:不同小写字母表示处理间在 $P<0.05$ 水平差异显著。“—”表示没有效果。下同。

表 3 不同药剂处理施药后 30 d 对大豆田一年生杂草的株数防效

处理	药剂	有效成分量/ ($\text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$)	株数防效/%					
			稗草	藜	本氏蓼	苘麻	龙葵	总草合计
1	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	396.0	86.9 c	81.7 d	90.1 b	83.6 c	86.6 b	85.5 d
2	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	495.0	93.8 b	86.0 cd	95.8 ab	90.5 bc	92.5 ab	91.6 c
3	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	594.0	95.4 ab	92.5 bc	98.6 ab	94.8 ab	95.5 ab	95.2 bc
4	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	990.0	98.5 ab	95.7 ab	100.0 a	97.4 ab	97.0 a	97.7 ab
5	8%啞禾糠酯乳油	48.0	96.2 ab	—	—	—	—	—
6	480 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 灭草松水剂	1440.0	—	96.8 ab	100.0 a	98.3 ab	98.5 a	—
7	25%氟磺·烯草酮乳油	337.5	94.6 b	84.9 d	97.2 ab	91.4 bc	94.0 ab	92.2 c
8	人工除草	—	100.0 a					

表 4 不同药剂处理施药后 30 d 对大豆田一年生杂草的鲜重防效

处理	药剂	有效成分量/ ($\text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$)	鲜重防效/%					
			稗草	藜	本氏蓼	苘麻	龙葵	总草合计
1	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	396.0	90.8 b	84.8 c	93.9 b	87.3 c	90.3 b	89.3 c
2	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	495.0	96.0 a	91.3 b	97.9 ab	94.0 b	95.4 ab	94.9 b
3	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	594.0	98.2 a	95.9 a	99.3 a	97.7 ab	98.0 a	97.8 ab
4	33%啞禾糠酯·灭草松乳油	990.0	99.3 a	98.6 a	100.0 a	99.1 a	98.8 a	99.2 a
5	8%啞禾糠酯乳油	48.0	98.3 a	—	—	—	—	—
6	480 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 灭草松水剂	1440.0	—	99.1 a	100.0 a	99.2 a	99.4 a	—
7	25%氟磺·烯草酮乳油	337.5	96.5 a	90.5 b	98.8 a	94.7 b	96.7 ab	95.2 b
8	人工除草	—	100.0 a					

2.3 不同药剂处理对大豆产量的影响

由表5可知,试验药剂33%啶禾糠酯·灭草松乳油各处理和空白对照相比均显著增产,大豆增产率为187.5%~216.9%。其中,有效成分495.0,594.0和990.0 g·hm⁻²处理间无显著差

异,有效成分594.0和990.0 g·hm⁻²处理与对照药剂25%氟磺·烯草酮乳油及人工除草处理大豆产量无显著差异,均显著高于对照药剂8%啶禾糠酯乳油及480 g·L⁻¹灭草松水剂的单剂处理。

表5 不同药剂处理对大豆产量的影响

处理	药剂	有效成分量/(g·hm ⁻²)	大豆产量/(kg·hm ⁻²)	增产率/%	
				与空白对照比	与人工除草比
1	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	396.0	2563.4 c	187.5	-10.3
2	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	495.0	2700.5 b	202.9	-5.5
3	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	594.0	2759.6 ab	209.5	-3.4
4	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	990.0	2824.9 ab	216.9	-1.1
5	8%啶禾糠酯乳油	48.0	1455.5 d	63.3	-49.1
6	480 g·L ⁻¹ 灭草松水剂	1440.0	2498.6 c	180.3	-12.6
7	25%氟磺·烯草酮乳油	337.5	2734.9 ab	206.8	-4.3
8	人工除草	—	2857.4 a	220.5	—
9	空白对照	—	891.5 e	—	-68.8

2.4 不同药剂处理对大豆的安全性

由表6可知,施药后15和30 d及大豆封垄前观察,33%啶禾糠酯·灭草松乳油有效成分量396.0,495.0和594.0 g·hm⁻²处理大豆生长正常,未观察到明显药害症状,同时未发现试验药剂对非靶标生物有影响。最高剂量990.0 g·hm⁻²处理以及

对照药剂480 g·L⁻¹灭草松水剂1440.0 g·hm⁻²处理区在药后15 d时部分大豆叶片有少量褪绿斑,新生叶片正常,不影响以后生长和最终产量。后期观察,大豆均生长正常,未见药害症状,未发现试验药剂对非靶标生物有影响。

表6 不同药剂处理对大豆的安全性的影响

处理	药剂	有效成分/(g·hm ⁻²)	药后15 d		药后30 d		大豆封垄前	
			药害分级	药害症状	药害分级	药害症状	药害症状	药害症状
1	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	396.0	1级	无	1级	无	1级	无
2	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	495.0	1级	无	1级	无	1级	无
3	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	594.0	1级	无	1级	无	1级	无
4	33%啶禾糠酯·灭草松乳油	990.0	2级	褪绿斑	1级	无	1级	无
5	8%啶禾糠酯乳油	48.0	1级	无	1级	无	1级	无
6	480 g·L ⁻¹ 灭草松水剂	1440.0	2级	褪绿斑	1级	无	1级	无
7	25%氟磺·烯草酮乳油	337.5	1级	无	1级	无	1级	无

3 讨论

大豆生产中的杂草危害不应该被忽视,选择合适高效的除草剂不仅能够有效防除杂草,还能够在降低生产成本的同时提高产量,且正确应用除草剂是当前提高大豆产量、保证大豆品质的有效途径^[26]。本研究中,啶禾糠酯乳油单剂处理时仅对禾本科杂草防效较好,对阔叶杂草基本没有效果,宋伟丰^[27]及耿亚玲等^[3]研究结果中发现啶禾糠酯对大豆田禾本科杂草的防效在90%以上。曲凤臣等^[28]研究发现,啶禾糠酯对葵花田一年生

禾本科稗草的株防效超过了98%,但对阔叶杂草防效较差。而本研究中,灭草松单剂则对禾本科稗草防效较差,但对阔叶杂草有良好的防效。根据王素芬^[29]及王鹏等^[30]报道,灭草松对大豆田阔叶及莎草科杂草有良好的防效,侯素美^[31]研究发现灭草松可用于阔叶、莎草科及禾本科杂草发生程度较轻的农田。但有研究表明,灭草松低剂量下对阔叶杂草防效较差,高剂量下对大豆会产生轻微药害,但后期可恢复^[32]。本研究中最高剂量下大豆叶片出现褪绿斑,但新生叶片正常,后期

大豆生长正常并不影响大豆产量,且啞禾糠酯与灭草松混配后对大豆田禾本科及阔叶杂草均有良好的防效,显著高于啞禾糠酯与灭草松单剂的处理效果,明显弥补了两种单剂的劣势。此外, Li 等^[33]研究发现,灭草松在有机质含量较低的土壤中残留较少,因此在除草剂使用时还需要尽量根据除草剂特性及作用特点选择合适的除草剂。当前,由于除草剂的连续及不科学使用,多种杂草已经对常用除草剂产生抗性,导致杂草防除效果不理想,开发新型除草剂及除草剂的合理复配使用不仅可以扩大杀草谱、提高防效,还能够避免因单剂效果较差而增大施药剂量带来的残留药害及杂草抗性。本研究中,33%啞禾糠酯·灭草松乳油对当前田块中的稗草、藜、本氏蓼、苘麻及龙葵等杂草均有良好的防效,其中对本氏蓼防效最好,也说明上述杂草尚未对本研究药剂产生抗性,因此,该药剂在大豆田杂草防除中应用前景较好。但在生产中,为了避免杂草防效降低,在使用过程中要注意施药技术及使用剂量,可以根据田块中草相分布确定施药剂量,同时,避免在有风、雨的条件下施药,以免降低药效或造成药害等问题。当前33%啞禾糠酯·灭草松尚属于新型复配剂,对一年生杂草效果良好。但本研究仅明确啞禾糠酯与灭草松复配后对大豆田杂草的防效及对大豆的安全性,且尚未对后茬其他作物的安全性进行测定,且当前啞禾糠酯的复配剂鲜有报道,后续可以开展该药剂对后茬其他作物的安全性研究及啞禾糠酯与其他类型除草剂复配使用对杂草的防除效果。

4 结论

本研究中的33%啞禾糠酯·灭草松乳油可用于大豆田苗后1~2片复叶,一年生杂草2叶期至5叶期茎叶喷雾处理,在制剂用量 $1\ 500\ \text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$ 以上对大豆田一年生禾本科杂草稗草以及一年生阔叶杂草藜、本氏蓼、龙葵、苘麻等有较好防效。和两个单剂相比,兼防了一年生禾本科杂草和阔叶杂草。推荐的施药剂量为33%啞禾糠酯·灭草松乳油制剂量 $1\ 500\sim 1\ 800\ \text{mL}\cdot\text{hm}^{-2}$,即有效成分量 $495.0\sim 594.0\ \text{g}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。在此推荐剂量范围内对大豆安全。

参考文献:

[1] 中国统计年鉴[EB/OL]. [2024-08-20]. <https://www.stats.gov.cn/sj/nds/2023/indexch.htm>.

- [2] 李秉华,刘小民,许贤,等. 氟噻草胺在大豆田的除草效果和安全性[J]. 杂草学报, 2020, 38(3): 68-72.
- [3] 耿亚玲, 浑之英, 王华, 等. 40 g/L 啞禾糠酯乳油防治大豆田一年生禾本科杂草田间药效评价[C]//陈万权. 植物健康又病虫害防控, 2020: 169.
- [4] 王硕, 侯志广, 赵晓峰, 等. 啞噻磺隆、啞禾糠酯、精喹禾灵及其代谢物在马铃薯植株、土壤及块茎中的残留分析方法[J]. 农药, 2017, 56(10): 750-753.
- [5] 樊梅云. 手性除草剂啞禾糠酯的合成研究[J]. 农药科学与管理, 2014, 35(8): 22-24.
- [6] 吴登魁, 陈丽丽, 王红. 啞禾糠酯原药的高效液相色谱分析[J]. 农药科学与管理, 2009, 30(4): 17-19.
- [7] 王晋阳, 王波, 卞晨阳, 等. 啞禾糠酯原药的手性分离及有效体的定量分析[J]. 现代农药, 2014, 13(2): 33-34, 46.
- [8] MUKHOPADHYAY S, BHATTACHARYYA A, DAS S. Fate and persistence of herbicide quizalofop-p-tefuryl on black gram[J]. Journal of Crop and Weed, 2012, 8(1): 190-192.
- [9] 李岩, 郑杨, 柴桂香, 等. 高效液相色谱-串联质谱法检测大豆和土壤中啞禾糠酯及代谢物的残留[J]. 农药科学与管理, 2019, 40(6): 43-51.
- [10] 段联勃, 柯顺川, 符海霞, 等. 超高效液相色谱-串联质谱法测定茶叶中灭草松及其代谢产物残留量[J]. 中国茶叶, 2023, 45(12): 40-45, 53.
- [11] 吴迟, 孙田, 何明远, 等. 灭草松对穗状狐尾藻的毒性研究[J]. 现代农药, 2021, 20(4): 45-47, 55.
- [12] 刘志勇, 刘彦平, 吴莹, 等. 灭草松原药的非水滴定法定量分析研究[J]. 世界农药, 2021, 43(7): 43-45.
- [13] QIAO Y X, LV Y, CHEN Z J, et al. Multiple metabolism pathways of bentazone potentially regulated by metabolic enzymes in rice[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2023, 71(29): 11204-11216.
- [14] CANERO A I, COX L, CABRERA A, et al. Different effects of a by-product from olive oil extraction on S-metolachlor and bentazone soil fate[J]. CLEAN-Soil, Air, Water, 2015, 43(6): 948-957.
- [15] 孙兰兰, 杨慕菡, 苏旺苍, 等. 不同除草剂对11种冬小麦田阔叶杂草的防除效果比较[J]. 植物保护, 2022, 48(3): 357-363, 368.
- [16] JO H, ALI L, SONG J T, et al. Genetic dissection of bentazone tolerance loci in cultivated soybeans: a genome-wide association study[J]. Agronomy, 2023, 13(9): 2345.
- [17] 和晓堂, 和习琼, 和平根, 等. 马铃薯除草剂剂筛选试验[C]//金黎平, 吕文河. 马铃薯产业与种业创新 2022: 6.
- [18] MUKHERJEE S, WEIHERMÜLLER L, TAPPE W, et al. Sorption-desorption behaviour of bentazone, boscalid and pyrimethanil in biochar and digestate based soil mixtures for biopurification systems [J]. Science of the Total Environment, 2016, 559: 63-73.
- [19] ABUDAYYAK M, OZDEN S, ALPERTUNGA B, et al. Effects of bentazone on lipid peroxidation and antioxidant systems in human erythrocytes *in vitro* [J]. Drug and Chemical Toxicology, 2014, 37(4): 410-414.

- [20] ODJEGBA V J, ADENIRAN R A. Bentazone herbicide induces genotoxic effect and physiological disorders in non-targeted *Allium cepa* L. [J]. Indian Journal of Plant Physiology, 2015, 20(4): 375-379.
- [21] 吕东. 25%灭草松悬浮剂的高效液相色谱分析[J]. 科技展望, 2015, 25(1): 124.
- [22] 刘钰, 庄占兴, 刘军, 等. 高效液相色谱法检测 20%噁唑酰草胺·灭草松微乳剂[J]. 山东化工, 2020, 49(12): 64-66.
- [23] 钱忠海. 38%2甲4氯·灭草松可溶剂剂的高效液相色谱分析[J]. 现代农药, 2019, 18(6): 28-30.
- [24] 宗伏霖, 季颖. 《农药登记试验质量管理规范》要点[J]. 现代农药, 2023, 22(4): 29-35.
- [25] 农业部农药检定所. 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.
- [26] 李庆林, 李建英, 张颖. 浅析大豆田几种常用除草剂配方的效果[J]. 现代化农业, 2022(3): 15-16.
- [27] 宋伟丰. 40 g/L 啶禾糠酯乳油对大豆田一年生禾本科杂草的防效[J]. 安徽农业科学, 2022, 50(2): 160-161.
- [28] 曲凤臣, 张弘弼. 啶禾糠酯 4%乳油向日葵田间药效试验[J]. 农药科学与管理, 2011, 32(11): 60-61.
- [29] 王素芬. 大豆玉米带状复合种植杂草防除药效试验[J]. 基层农技推广, 2024, 12(4): 18-22.
- [30] 王鹏, 李猛, 刘鸿恒, 等. 大豆、玉米带状复合种植模式下除草剂防效与安全性调查[J]. 南方农业, 2022, 16(24): 27-29.
- [31] 侯素美. 安阳县玉米大豆带状复合种植技术及效益分析[J]. 基层农技推广, 2023, 11(10): 81-84.
- [32] 汤云霞, 桑芝萍, 金建国, 等. 灭草松钠盐对大豆玉米带状复合种植田阔叶杂草的防除效果初报[J]. 上海农业科技, 2024(4): 125-127.
- [33] LI K B, LIU W P, XU D M, et al. Influence of organic matter and pH on bentazone sorption in soils[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2003, 51(18): 5362-5366.

Control Efficacy of 33% Quizalofop-P-Tefuryl·Bentazone EC on Annual Weeds in Soybean Field

GUO Xiaotong, WANG Yu, LUO Chan, CONG Keqiang, GUO Yulian

(Institute of Plant Protection, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086, China)

Abstract: In order to confirm the control effect of stems-leaves spraying herbicide 33% quizalofop-P-tefuryl·bentazone EC on annual weeds in soybean field under different treatments, the field trials were conducted using randomized block method. The results denoted that 33% quizalofop-P-tefuryl·bentazone EC had a better control effect on the annual weeds *Echinochloa crus-galli* L., *Chenopodium album* L., *Persicaria bungeana* (Turcz.) Nakai ex T. Mori, *Solanum nigrum* L. and *Abutilon theophrasti* Medikus in soybean field when the dose was more than 1 500 mL·ha⁻¹. The plant control efficacy and fresh weight control efficacy on the total weed were respectively 85.5%—97.7% and 89.3%—99.2% after application 30 days, and there were no phytotoxicity to soybean under each treatment. The results of yield measurement indicated that the yield increase of 33% quizalofop-P-tefuryl·bentazone EC in each treatment was significantly increased compared with the blank control, and the incremental production rates was 187.5%—216.9%. And it showed that 33% quizalofop-P-tefuryl·bentazone EC was safe for soybean and had better control effect on weeds. The appropriate dose is 1 500—1 800 mL·ha⁻¹ (the effective component of 495.0—594.0 g·ha⁻¹).

Keywords: soybean; quizalofop-P-tefuryl·bentazone; weed control efficacy; yield

欢迎关注本刊微信公众号

