



唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用防除大豆田杂草技术研究

张富荣¹, 赵存虎², 贺小勇², 程玉臣², 贾永红¹

(1. 内蒙古农业大学 职业技术学院, 内蒙古 包头 014109; 2. 内蒙古自治区农牧业科学院 植物保护研究所, 内蒙古 呼和浩特 010031)

摘要: 为了明确唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用的适宜配比及防除大豆田杂草的施药剂量, 采用盆栽法测定了唑啉磺草胺与精异丙甲草胺 5 个配比的稗草生物活性, 通过田间试验研究了 4 个混用剂量对大豆出苗数、株高、产量的影响和对杂草的防效。结果表明: 唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用具有很好的增效作用, 对大豆安全, 适宜的混用比例为 1:20, 适宜的施药量为 900 ~ 1 200 g·hm⁻²。唑啉磺草胺与精异丙甲草胺按 1:2.5、1:5、1:10、1:20、1:40 混用的 5 个对比对稗草的生物活性均表现为增效作用, 共毒系数为 240.72 ~ 380.59, 其中以 1:20 配比的共毒系数最高。唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用比例为 1:20 时, 施药量 600, 900, 1 200, 1 800 g·hm⁻² 施药后 45 d 对杂草的总株防效为 78.9% ~ 98.2%, 鲜重防效为 85.3% ~ 99.6%, 4 个混用处理与人工除草处理之间在大豆出苗数、株高和产量方面均没有显著差异。

关键词: 唑啉磺草胺; 精异丙甲草胺; 大豆; 防效; 共毒系数

Study on A Flumetsulam/S-metolachlor Mixture Controlling Weeds in Soybean Fields

ZHANG Fu-rong¹, ZHAO Cun-hu², HE Xiao-yong², CHENG Yu-chen², JIA Yong-hong¹

(1. College of Vocational and Technological, Inner Mongolia Agricultural University, Baotou 014109, China; 2. Plant Protection Institute, Inner Mongolia Academy of Agricultural & Animal Husbandry Sciences, Huhhot 010031, China)

Abstract: In order to determine proper Flumetsulam/S-metolachlor ratios and suitable dosages on weed control in soybean fields, it was treated with five Flumetsulam/S-metolachlor ratios (1:2.5, 1:5, 1:10, 1:20, 1:40) for *Echinochloa crusgalli* using pot growing method, and their bioactivities were detected, and the effect of weed control and the seedling number, plant height and yield of soybean treated with four mixed dosages (600, 900, 1 200 and 1 800 g·ha⁻¹) was studied by field experiments. The results showed that: The mixed use of Flumetsulam and S-metolachlor had a positive synergistic effect on weed control and a good safety for the growth of soybeans, the proper mixed ratio was 1:20, and the suitable dosages range from 900 to 1 200 g·ha⁻¹, the co-toxicity coefficients of five mixed ratios with positive synergistic effect fluctuated between 240.72 and 380.59, and the maximum co-toxicity coefficient was 380.59 at 1:20, when Flumetsula/S-metolachlor mixtures of four mixed dosages with mixed ratio at 1:20 were sprayed after 45 d, the positive effects of weed control were a total plant control effect of 78.9% ~ 98.2% and a total fresh weight control effect of 85.3% ~ 99.6%. There was not remarkable difference in seedling emergences, plant height and yields of soybean between the four mixed treatments and the manual weeding.

Keywords: Flumetsulam; S-metolachlor; Soybean; Control effect; Co-toxicity coefficient

北方春大豆主产省区的综合农业机械化程度较高, 其中黑龙江省 2013 年农业生产综合机械化程度高达 92.97%^[1], 化学除草是大豆机械化种植中的一个重要环节, 不可避免地带来除草剂残留药害问题。如 2000-2010 年间, 大豆田长残留性除草剂氯嘧磺隆、咪唑乙烟酸等连年使用后, 导致后茬作物甜菜、油菜、水稻、玉米等受害而减产^[2]。长残留除草剂已成为种植结构调整、绿色食品生产和黑土

资源保护的重要障碍^[3]。内蒙古大豆生产能力排在全国第二位, 仅次于黑龙江^[4]。因此, 筛选适宜内蒙古地区的高效、低残留的除草剂, 丰富大豆田的化学除草技术体系, 对避免残留药害和治理抗性杂草均有重要意义。

精异丙甲草胺 (S-metolachlor) 是应用范围较广的低残留除草剂, 对作物安全性好, 环境风险低, 广泛用于防除大豆、玉米、棉花、花生、马铃薯等作

收稿日期: 2018-02-01

基金项目: 国家重点研发计划 (2016YFC0500705); 内蒙古自治区科技重大专项 (20161500)。

第一作者简介: 张富荣 (1972-), 女, 硕士, 副教授, 主要从事植物保护研究。E-mail: zhangfurong205@126.com。

通讯作者: 程玉臣 (1974-), 男, 学士, 研究员, 主要从事杂草防控技术研究。E-mail: 251677971@qq.com。

物田的杂草。国内外学者在精异丙甲草胺的残留、毒性^[5]、土壤吸附^[6-8]与淋溶^[9]等方面取得了系列研究成果。精异丙甲草胺在吉林地区大豆植株中的半衰期为 21.4 d,在土壤中的半衰期为 34.1 d,收获的大豆籽粒中最终并未检出精异丙甲草胺残留量^[10]。且有相关研究表明,精异丙甲草胺 1 224 g·hm⁻²处理对大豆苗期植株生长有促进作用,可显著增加株高、根长、茎叶干鲜重和根系鲜重^[11]。精异丙甲草胺是防除大豆田杂草的理想药剂,但由于其主要防除一年生禾本科杂草,对阔叶杂草的防效较差,而内蒙古地区春大豆田多是稗、狗尾草等禾本科杂草和藜、反枝苋等阔叶杂草混合发生为害,实际应用中精异丙甲草胺常需要与防除阔叶杂草的除草剂混用。

唑嘧磺草胺(flumetsulam)的作用机理和杀草谱与精异丙甲草胺有很好的互补作用。唑嘧磺草胺是乙酰乳酸合成酶抑制剂,能防除大多数一年生与多年生阔叶杂草,对幼龄禾本科杂草也有一定抑制作用,目前已广泛应用于玉米、大豆、小麦等作物田间杂草的防治。唑嘧磺草胺播后苗前土壤封闭处理对大豆安全,茎叶处理施药后产生药害,但不影响最终产量^[12]。唑嘧磺草胺在 30 ~ 60 g·hm⁻²范围内对大豆幼苗生长无抑制作用^[13]。

唑嘧磺草胺与精异丙甲草胺复配的研究尚未见相关报道,本研究通过室内生测确定两种药剂的适宜配比,并在田间试验中对防效和安全性予以验证,以期生产中合理的混用防除大豆田杂草提供科学理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试药剂:80%唑嘧磺草胺水分散粒剂,江苏省农用激素工程技术研究中心有限公司。960 g·L⁻¹精异丙甲草胺乳油,先正达(苏州)作物保护有限公司。

供试杂草及作物:室内生测指示植物为稗(*Echinochloa crusgalli*);田间试验杂草主要有稗(*Echinochloa crusgalli*)、藜(*Chenopodium album*)和反枝苋(*Amaranthus retroflexus*);大豆品种为合丰 50,市场购买。

1.2 方法

1.2.1 生测试验 采用盆栽法测定。试验设 7 个处理(表 1),每个处理根据设计施药量设 100%、80%、60%、40%、20% 5 个剂量梯度,4 次重复。于 2015 年 6 月 3 日在实验室内将定量的稗草种子单

播于直径为 10 cm 的塑料盆中,覆土 0.5 cm,播后第 2 天进行土壤药剂喷雾处理。药剂根据所设计剂量梯度稀释,采用 3WPSH-500D 型生测喷雾塔进行喷药。放置室外培养,期间日最低温为 7.5℃,日最高温为 34.1℃,日均温为 13.3 ~ 29.2℃。于土壤处理药后 30 d 称量各处理杂草地上部分的鲜重,计算鲜重抑制率。对药剂施药量的对数值与杂草鲜重抑制率的概率值进行回归分析,计算杂草鲜重抑制 50% 的有效剂量(GR₅₀)及 95% 置信区间。鲜重抑制率(%)=(对照区平均鲜重-处理区平均鲜重)/对照区平均鲜重×100。根据 Sun 等^[14]法计算混剂的共毒系数。

表 1 生测试验处理
Table 1 Treatments of biotest

处理 Treatment	施药量 Dosage/(g·hm ⁻²)		配比 Ratio
	唑嘧磺草胺 Flumetsulam	精异丙甲草胺 S-metolachlor	
B1	0	900	
B2	48	0	
B3	48	120	1:2.5
B4	39	195	1:5
B5	30	300	1:10
B6	19.5	390	1:20
B7	12	480	1:40

1.2.2 田间药效试验处理 试验设在内蒙古农牧业科学院内的试验田。2016 年 5 月 18 日播种大豆,5 月 19 日施药。试验地土壤为栗钙土,肥力中等,有机质含量为 2.1%,pH7.8。试验共 8 个处理(表 2),各处理 4 次重复,小区面积 22.4 m²,随机区组排列。

1.2.3 大豆生长及产量调查 大豆齐苗后调查出苗数,对角线 5 点取样,每点取 1 m 行长调查株数,播种后 40 d 在每小区取 10 株,调查记录株高;收获时每小区实收中间 4 行测产。

1.2.4 杂草防效调查 施药后 30 和 45 d 进行杂草防效调查,每个小区对角线取 5 点,每点调查 0.25 m²,记录剩余杂草种类、株数,计算杂草株防效。最后 1 次调查时,同时称量杂草的鲜重,计算杂草鲜重防效。株防效(%)=(对照区杂草株数-药剂处理区杂草株数)/对照区杂草株数×100;鲜重防效(%)=(对照区杂草鲜重-药剂处理区杂草鲜重)/对照区杂草鲜重×100。

表2 田间试验处理
Table 2 Treatments of field experiment

处理 Treatment	药剂 Herbicides	用量 Dosage/(g·hm ⁻²)	备注 Remarks
F1	唑啶磺草胺 Flumetsulam	60	
F2	精异丙甲草胺 S-metolachlor	1152	
F3	唑啶磺草胺 + 精异丙甲草胺 S-metolachlor + Flumetsulam	600	配比为 1:20
F4	唑啶磺草胺 + 精异丙甲草胺 S-metolachlor + Flumetsulam	900	Mix proportion was 1:20
F5	唑啶磺草胺 + 精异丙甲草胺 S-metolachlor + Flumetsulam	1200	
F6	唑啶磺草胺 + 精异丙甲草胺 S-metolachlor + Flumetsulam	1800	
F7		0	人工除草 Manual weeding
CK		0	空白对照 Control

1.3 数据分析

试验数据采用 DPS 7.05 进行数据分析,应用 Duncan 氏新复极差法进行差异显著性检验。

2 结果与分析

2.1 唑啶磺草胺与精异丙甲草胺混用对稗草生物活性的影响

由表 3 可知,唑啶磺草胺、精异丙甲草胺及其 5 个配比对稗草的 GR₅₀ 分别为 155.67, 271.94, 75.09, 68.75, 70.23, 69.00 和 110.94 g·hm⁻²。5 个不同配比的混合药剂处理均表现出较好的增效作用,共毒系数为 240.72 ~ 380.59,其中以唑啶磺草胺与精异丙甲草胺按 1:20 配比的共毒系数最高,为较适宜的混用比例。

表3 不同处理对稗草的生物活性
Table 3 Biological activity of different treatments on *E. crusgalli*

处理 Treatment	回归方程 Regression equation	相关系数 Correlation coefficient	GR ₅₀ (95% CL) /(g·hm ⁻²)	共毒系数 Co-toxicity coefficient
B1	y = 3.0148 + 0.9056x	0.9620	155.67 (86.71 ~ 279.47)	—
B2	y = 0.0077 + 2.0507x	0.9676	271.94 (212.98 ~ 347.22)	—
B3	y = 0.3192 + 2.4956x	0.9259	75.09 (57.23 ~ 98.54)	298.44
B4	y = 1.0439 + 2.1532x	0.9635	68.75 (53.34 ~ 88.62)	351.75
B5	y = 0.6580 + 2.3515x	0.9878	70.23 (58.12 ~ 84.85)	362.61
B6	y = 0.9713 + 2.1909x	0.9855	69.00 (53.93 ~ 88.28)	380.59
B7	y = -0.6340 + 2.7549x	0.9822	110.94 (89.15 ~ 138.07)	240.72

2.2 唑啶磺草胺与精异丙甲草胺混用的田间除草效果

由表 4 可知,唑啶磺草胺与精异丙甲草胺混用处理,对田间主要一年生杂草藜、反枝苋和稗草均有较好的防效。4 个混合药剂处理对一年生杂草的总防效,施药后 30 d 为 80.7% ~ 99.1%,施药后 45 d 为 78.9% ~ 98.2%,鲜重防效为 85.3% ~ 99.6%,除 F3 处理的防效与精异丙甲草胺单剂处理相当外,其它 3 个混用处理防效均显著高于 2 个单剂处

理。从施药后 45 d 杂草的鲜重防效来看,混用施药量为 600 g·hm⁻²时,对藜和反枝苋的防效与唑啶磺草胺 60 g·hm⁻²处理相当,显著高于精异丙甲草胺单剂,对稗草的防效显著低于精异丙甲草胺单剂;混用施药量为 900,1 200和1 800 g·hm⁻²时,对所有杂草的防效均显著高于 2 个单剂处理。混用施药量在 900 g·hm⁻²以上时,对杂草的防效较为理想,总鲜重防效可达 90% 以上,施药量1 200 g·hm⁻²时,总鲜重防效为 98.6%。

表 4 不同施药处理防除大豆田杂草的效果
Table 4 The control effect of different pesticide processing on the weeds in soybean fields (%)

处理 Treatment	总株防效 Plant control effect		鲜重防效 Fresh weight control effect			总防效 Total control effect
	30 d	45 d	稗 <i>E. crusgalli</i>	藜 <i>C. album</i>	反枝苋 <i>A. retroflexus</i>	
F1	41.7 ± 1.6 e	27.9 ± 3.2 e	—	85.7 ± 3.1 c	90.3 ± 2.1 c	60.7 ± 1.7 e
F2	83.5 ± 1.2 d	81.5 ± 0.4 d	81.0 ± 0.4 d	79.8 ± 2.3 d	85.1 ± 1.5 d	82.2 ± 0.8 d
F3	80.7 ± 1.5 d	78.9 ± 1.5 d	74.8 ± 1.6 e	87.8 ± 2.9 c	91.5 ± 1.5 c	85.3 ± 1.5 d
F4	91.0 ± 1.3 c	89.3 ± 1.1 c	87.6 ± 1.1 c	96.7 ± 1.3 b	98.8 ± 0.7 b	94.7 ± 0.6 c
F5	95.8 ± 0.8 b	96.1 ± 0.8 b	96.5 ± 0.5 b	98.8 ± 0.9 ab	100.0 ± 0.0 a	98.6 ± 0.4 b
F6	99.1 ± 0.6 a	98.2 ± 0.9 a	98.8 ± 0.5 a	99.7 ± 0.3 a	100.0 ± 0.0 a	99.6 ± 0.2 a

表中数据为平均数 ± 标准误。同列不同字母表示经 Duncan 氏新复极差法检验在 $P < 0.05$ 水平差异显著。下同。
Data are mean ± SE. Different letters in the same column indicate significant difference at $P < 0.05$ level by Duncan's new multiple range test. The same as below.

2.3 唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用对大豆生长及产量的影响

大豆开始出苗后连续观察,各处理大豆出苗和长势正常,主要生育时期一致,没有明显差异。由表 5 可知,唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用处理 F3、F4、F5、F6 的出苗数和株高与其它处理之间均没有显著差异。混用 4 个处理的产量高于 F1、F2 单剂

处理,与人工除草处理之间差异不显著,比空白对照增产 10.6% ~ 19.6%,其中以 F5 的产量在所有处理中最高。混用处理与人工除草处理之间在大豆出苗数、株高和产量等方面均没有显著差异,表明唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用在试验剂量内对大豆的安全性较好。

表 5 不同处理对大豆生长及产量的影响
Table 5 The influence of different treatments on soybean growth and yields

处理 Treatment	出苗数 Emergence number	株高 Plant height/cm	产量 Yields/(kg·hm ⁻²)	增产率 Yield increasing rate/%
F1	55.4 ± 1.3 a	33.6 ± 0.7 a	2028.6 ± 112.0 bc	2.8
F2	56.7 ± 2.0 a	35.4 ± 1.0 a	2125.4 ± 104.6 abc	7.7
F3	55.4 ± 0.8 a	34.1 ± 0.4 a	2182.6 ± 52.3 abc	10.6
F4	57.2 ± 2.1 a	36.0 ± 1.1 a	2265.2 ± 86.2 abc	14.8
F5	57.2 ± 1.1 a	34.7 ± 0.9 a	2359.4 ± 83.5 a	19.6
F6	55.2 ± 1.5 a	35.1 ± 1.1 a	2295.3 ± 100.7 ab	16.3
F7	55.7 ± 1.3 a	34.9 ± 0.8 a	2287.5 ± 90.7 ab	15.9
ck	56.0 ± 1.6 a	34.2 ± 1.1 a	1973.5 ± 54.5 c	—

3 讨论

本研究通过生测试验和田间试验,明确了唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用的配比、用量和对大豆的安全性。由于未见前人进行有关唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用的相关研究报道,试验中设计的混配比例范围较宽,因此,研究结果中 1:20 的比例虽然可以用于指导两种除草剂的田间混配应用,但不一定是两者混用的最佳配比。

使用除草剂除草的前提是对作物生长安全。一般通过田间试验药害症状和作物产量来评价除草剂对作物的安全性,也有研究通过盆栽试验中作物的株高、茎粗、干物重和叶绿素含量等指标进行

评价^[15]。本研究通过田间试验选择大豆的出苗数、株高和产量等指标直接反映大豆的生长状况,对唑啉磺草胺与精异丙甲草胺混用的安全性进行分析,试验条件符合生产实际。但是,除草剂对作物的安全性还受土壤、气候和作物品种等多种因素的影响,同时除草剂的安全性也体现在对施药后作物生理生化指标的变化上,因此还需进行更加系统和深入的研究。

每种除草剂的杀草谱不同,生产中需要根据田间主要杂草的种类选择适宜的除草剂。农田杂草种类繁多,在内蒙古的扎兰屯市和阿荣旗,保护性耕作大豆田主要发生的杂草就有 6 科 13 种^[16]。试验中稗、藜和反枝苋等杂草在内蒙古地区的大豆田

分布比较广泛,具有一定的代表性,下一步还需对其它主要杂草的防效进行研究。

唑啶磺草胺与精异丙甲草胺混用降低了单剂的用量,减少了除草剂在土壤中的残留,有利于作物轮作。施用唑啶磺草胺后,后茬可以安全种植马铃薯、西瓜、高粱、西红柿和葱等,但应慎种对唑啶磺草胺敏感的甜菜、甘蓝和油菜等作物^[17],与精异丙甲草胺混用对后茬作物的安全性有待进一步明确。

4 结 论

生测试验结果表明:唑啶磺草胺与精异丙甲草胺混用的5个不同配比均表现为增效作用,共毒系数为240.72~380.59,其中以1:20配比的共毒系数最高,为较适宜的混用比例。

田间试验结果表明:唑啶磺草胺与精异丙甲草胺按1:20配比混用,可以减少单剂的用量,提高防效,混用施药量在900 g·hm⁻²以上时,对主要一年生杂草稗、藜和反枝苋的总鲜重防效可达90%以上。唑啶磺草胺与精异丙甲草胺混用处理与人工除草处理之间在大豆出苗数、株高和产量等方面均没有显著差异,试验剂量内对大豆的安全性较好。综合考虑防效、除草成本和残留等因素,建议生产中选用900~1 200 g·hm⁻²的施药量。

参考文献

[1] 乔金友,姜岩,王博,等.我国大豆主产区农业机械化现状及发展策略研究[J].农机化研究,2017,39(4):1-6,11. (Qiao J Y, Jiang Y, Wang B, et al. Research on current status and developing strategy of agricultural mechanization of soybean main production area in China[J]. Journal of Agricultural Mechanization Research, 2017, 39(4): 1-6, 11.)

[2] 苏少泉.大豆田除草剂使用与变迁[J].现代农药,2011,10(6):10-14. (Su S Q. Application and change of soybean herbicides[J]. Modern Agrochemicals, 2011, 10(6): 10-14.)

[3] 胡凡,朴英,王洪武,等.黑龙江省残残留除草剂应用及残留药害情况调查[J].黑龙江农业科学,2014(6):50-56. (Hu F, Piao Y, Wang H W, et al. Investigation on residue herbicide application and residue phytotoxicity in Heilongjiang province. Heilongjiang Agricultural Sciences, 2014(6): 50-56.)

[4] 乔金友,王博,韩兆桢,等.我国大豆产区生产能力评价研究[J].大豆科学,2015,34(6):1085-1089. (Qiao J Y, Wang B, Han Z Z, et al. Evaluation of the production capacity of China's soybean production areas[J]. Soybean Science, 2015, 34(6): 1085-1089.)

[5] 王彦华,俞卫华,杨立之,等.22种常用除草剂对蚯蚓(*Eisenia fetida*)的急性毒性[J].生态毒理学报,2012,7(3):317-325. (Wang Y H, Yu W H, Yang L Z, et al. Acute toxicity of twenty-two commonly used herbicides to earthworm (*Eisenia fetida*)[J]. Asian Journal of Ecotoxicology, 2012, 7(3): 317-

325.)

[6] Aslam S, Garnier P, Rumpel C, et al. Adsorption and desorption behavior of selected pesticides as influenced by decomposition of maize mulch[J]. Chemosphere, 2013, 91(11): 1447-1455.

[7] 曹鹏英,薄瑞,韩丽君,等.精异丙甲草胺在土壤中的吸附行为及环境影响因素研究[J].农药学报,2007(2):159-164. (Cao Y P, Bo R, Han L J, et al. Study on the adsorption behavior and environmental impact factors of S-metolachlor in soil [J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2007(2): 159-164.)

[8] Otero R, Esquivel D, Ulibarri M A, et al. Mesoporous phenolic resin and mesoporous carbon for the removal of S-metolachlor and bentazon herbicides [J]. Chemical Engineering Journal, 2014, 251: 92-101.

[9] Marín-Benito J M, Pot V, Alletto L, et al. Comparison of three pesticide fate models with respect to the leaching of two herbicides under field conditions in an irrigated maize cropping system[J]. Science of the Total Environment, 2014, 499: 533-545.

[10] 张玉婷,郭永泽,刘磊,等.精-异丙甲草胺在大豆及土壤中的残留动态[J].农药,2008,47(2):130-131. (Zhang Y T, Guo Y Z, Liu L, et al. Residues dynamics of S-metolachlor in soybean and soil[J]. Agrochemicals, 2008, 47(2): 130-131.)

[11] 朱诗禹,崔娟,徐伟,等.精异丙甲草胺苗前封闭处理对大豆苗期生长及其生理生化指标的影响[J].植物保护学报,2016,43(4):677-682. (Zhu S Y, Cui J, Xu W, et al. Effects of the treatment with S-metolachlor before seedling emergence on the soybean growth and physiological and biochemical indexes[J]. Journal of Plant Protection, 2016, 43(4): 677-682.)

[12] 黄春艳,陈铁保,王宇,等.28种除草剂对大豆的安全性及药害研究初报[J].植物保护,2003,29(1):31-34. (Huang C Y, Chen T B, Wang Y, et al. Preliminary studies on safety and injury of 28 herbicides to soybean[J]. Plant Protection, 2003, 29(1): 31-34.)

[13] 史树森,朱诗禹,马帅,等.80%唑啶磺草胺水分散粒剂苗前封闭处理对大豆苗期生长及其生理生化指标的影响[J].农药,2016,55(12):927-930. (Shi S S, Zhu S Y, Ma S, et al. Effects of pre-emergence spraying of flumetsulam 80% water dispersible granules on seeding growth, physiological and biochemical indexes of soybean [J]. Agrochemicals, 2016, 55(12): 927-930.)

[14] Sun Y P, Johnson E R. Analysis of joint action of insecticides against house flies [J]. Journal of Economic Entomology, 1960 (53): 887-891.

[15] 戴炜,杨继芝,王小春,等.不同除草剂对间作玉米大豆的药害及除草效果[J].大豆科学,2017,36(2):287-294. (Dai W, Yang J Z, Wang X C, et al. The influence of different herbicides on intercropping soybean and maize [J]. Soybean Science, 2017, 36(2): 287-294.)

[16] 王玉芬,路战远,张向前,等.化学除草剂对保护性耕作大豆田杂草防除的影响[J].大豆科学,2013,32(4):521-525. (Wang Y F, Lu Z Y, Zhang X Q, et al. Effect on weeds control in the conservation tillage soybean field using chemical herbicide [J]. Soybean Science, 2013, 32(4): 521-525.)

[17] 黄春艳,王宇,陈铁保,等.唑啶磺草胺土壤残留12个月对后茬作物的安全性[J].农药,2005,44(9):31-34. (Huang C Y, Wang Y, Chen T B, et al. Safety to succeeding crops of flumetsulam soil residues after 12 months [J]. Agrochemicals, 2005, 44(9): 31-34.)