

不同除草剂对间作玉米大豆的药害及除草效果

戴 炜,杨继芝,王小春,雍太文,王青梅,周 贤,杨文钰

(四川农业大学 农学院,四川 成都 611130)

摘 要:采用盆栽方法模拟玉米大豆间作模式栽培,选用10种土壤处理除草剂和13种茎叶处理除草剂,研究不同除草剂对玉米、大豆生长发育的影响及杂草的防效。结果表明:通过试验筛选出药害轻或药害后能恢复的5种土壤处理剂和5种茎叶处理剂,5种土壤处理剂分别为二甲戊灵、精异丙甲草胺、扑·乙·滴丁酯、乙·噻·滴丁酯、噻酮·乙草胺,5种茎叶处理剂分别为灭草松、噻吩磺隆、双氟·唑嘧胺、氟醚·灭草松、咪唑乙烟酸。二甲戊灵和噻酮·乙草胺的土壤处理中玉米、大豆的株高、茎粗和干物重与清水对照差异不显著,对玉米、大豆安全,株防效分别为60.58%和60.58%,鲜重防效分别为67.12%和55.35%。精异丙甲草胺影响间作玉米的株高和茎粗,但不影响玉米干物质的积累,株防效和鲜重防效分别为71.96%和78.83%,高于其它除草剂。茎叶处理中灭草松安对玉米、大豆的株高、茎粗和干物重与清水对照差异不显著,株防效为52.7%,低于其它除草剂。噻吩磺隆处理后,玉米、大豆的株高受到抑制,茎增粗,但药害能恢复,且除草效果高于其它处理,株防效和鲜重防效分别为73.88%和96.1%。土壤处理剂二甲戊灵和茎叶处理剂灭草松对玉米、大豆更安全,土壤处理剂精异丙甲草胺和茎叶处理剂噻吩磺隆除草效果更好。

关键词:除草剂;大豆;玉米;杂草;药害;除草效果

中图分类号:S565.1 **文献标识码:**A **DOI:**10.11861/j.issn.1000-9841.2017.02.0287

The Influence of Different Herbicides on Intercropping Soybean and Maize

DAI Wei, YANG Ji-zhi, WANG Xiao-chun, YONG Tai-wen, WANG Qing-mei, ZHOU Xian, YANG Wen-yu
(College of Agronomy, Sichuan Agricultural University, Chendu 611130, China)

Abstract: In order to study the impact of different herbicides on corn and soybean growth and weed control effect, we simulated maize intercropping pattern of soybean cultivation in pot method. Ten kinds of soil treatment with herbicide and 13 kinds of treating stems and leaves to the herbicide were chosen. Results showed that: Five soil treatment and five stem-leaf treatment could fild out drug victims light or the drug victims could recovery. The five soil treatments include Pendimethalin, S-metolachlor, Prometryn + Acetochlor + 2,4-D butyl ester, Acetochlor + Metribuzin + 2,4-D butyl ester and Acetochlor + Metribuzin. The five stem-leaf treatments include Bentazone, Thifensulfuron methyl, Florasulam + Flumetsulam, Fomesafen + Bentazone and Imazethapyr. In the soil treatment of Pendimethalin and Acetochlor + Metribuzin, plant height, stem diameter and dry matter weight of corn and soybean showed no significant difference compared with CK, the weed control of number was 60.58% and 60.58%, respectively, the weed control of weight was 67.12% and 55.35%, respectively. S-metolachlor was harmful to plant height and stem diameter of intercropping maize, but did not affect maize dry matter accumulation. Its fresh weight of control effect is 71.96% and 78.83%, higher than other herbicides. In the stem-leaf treatment of Bentazone, plant height, stem diameter and dry matter weight of corn and soybean showed no significant difference compared with CK, the weed control of number was 52.7%, lower than other herbicides. After the maize and soybean treated with Thifensulfuron methyl, plant height decreased and stem enlarged, but the phytotoxicity could resume after herbicides and the weed control effect was higher than other herbicides, the weed control of number and weed control of weight were 73.88% and 96.1%, respectively. Soil treatment Pendimethalin and Stem-leaf treatment Bentazone are safer for corn and soybean, soil treatment S-metolachlor and Stem-leaf treatment Thifensulfuron methyl are better for weeding.

Keywords: Herbicides; Soybean; Maize; Weed; Phytotoxicity; Weeding effect

近年来,我国大豆价格受国际市场冲击,单一种植大豆经济效益不高,国家大力推广轮作和间作套作,支持因地制宜开展生态型复合种植,科学合理利用耕地资源。在东北地区和西北地区推广玉米大豆轮作,在黄淮海地区和西南地区推广玉米大豆间作套作(国办发[2015]59号)。该种植模式受

到政府重视和农民认同。

玉米大豆间作模式包含禾本科的玉米、阔叶类的大豆两种作物和禾本科杂草、阔叶类杂草。杂草种类繁多、繁殖力强、传播方式多样、危害时间长,与玉米、大豆竞争养分、水分和光照,直接影响玉米、大豆的产量和品质^[1]。在防除杂草的过程中,

收稿日期:2016-11-17
基金项目:国家现代农业产业技术体系建设专项(CARS-04-PS19)。
第一作者简介:戴炜(1990-),男,硕士,主要从事作物栽培与耕作研究。E-mail:568489485@qq.com。
通讯作者:杨文钰(1958-),男,教授,博导,主要从事大豆栽培生理研究。E-mail:missyangwy@sicau.edu.cn。

选择省时省工的化学方法防除杂草。市面上除草剂的种类繁多,选择对玉米、大豆安全和除草效果好的除草剂对玉米大豆间作模式的推广具有重要意义。然而,很少有玉米、大豆共生下杂草化学防除的研究^[2-4]。

该试验针对市面常用的玉米、大豆的除草剂,筛选对玉米和大豆没有药害或有药害但能恢复正常生长的除草剂,并对除草剂的药害^[5-8]和药效^[9-13]进行评价,为玉米大豆间作种植模式中有效防除杂草,科学合理地选择和施用除草剂提供理论参考。

1 材料和方法

1.1 材料

供试玉米品种为登海 605 (山东登海种业股份公司),大豆品种为中黄 41 (中国农业科学院作物科学研究所)。

供试除草剂:90% 乙草胺 EC,2 000 mL·hm⁻² (青岛现代农化有限公司);33% 二甲戊灵 EC,2 000 mL·hm⁻² (青岛现代农化有限公司);50% 乙二合剂 EC,3 750 mL·hm⁻² (黑龙江科润生物科技有限公司);39% 噻磺·乙草胺 WP,750 g·hm⁻² (安徽丰乐农化有限责任公司);81% 噻磺·乙·滴丁酯 EC,3 000 mL·hm⁻² (登封市金博农药化工有限公司);96% 精异丙甲草胺 EC,2 000 mL·hm⁻² (瑞士先正达作物保护有限公司);48% 氟乐灵 EC,1 200 mL·hm⁻² (大连越达农药化工有限公司);50% 扑·乙·滴丁酯 L,1 700 mL·hm⁻² (山东侨昌化学有限公司);60% 乙·嗪·滴丁酯 L;3 200 mL·hm⁻² (山东胜邦绿野化学有限公司);50% 嗪酮·乙草胺 L;2 600 mL·hm⁻² (吉林金秋农药有限公司);22.5% 烯草酮 EC,600 mL·hm⁻² (河北省衡水北方农药化工有限公司);15% 精喹禾灵 EC,1 500 mL·hm⁻² (山东碧奥生物科技有限公司);10% 精恶唑禾草灵 EC,900 mL·hm⁻² (青岛金尔农化研制开发有限公司);10.8% 精氟吡甲禾草灵 EC,1 050 mL·hm⁻² (青岛现代农化有限公司);48% 灭草松 L,2 600 mL·hm⁻² (德国巴斯夫农业有限公司);12.5% 稀禾啶 EC,1 800 mL·hm⁻² (海利尔药业集团股份有限公司);15% 精吡氟禾草灵 EC,1 800 mL·hm⁻² (山东侨昌化学有限公司);15% 噻吩磺隆 WP,200 g·hm⁻² (江苏瑞邦农药厂有限公司);17.5% 双氟·唑嘧胺 SC,60 mL·hm⁻² (广东省江门市大光明农化有限公司);10% 乙羧氟草醚 L,900 mL·hm⁻² (青岛金尔农化研制开发有限公司);40% 氟醚·灭草松 L,2 000 mL·hm⁻² (山东神星药业有限公司);25% 氟磺胺草醚 L,2 400 mL·hm⁻² (江苏长青农化股份有限公

司);5% 咪唑乙烟酸 L,1 750 mL·hm⁻² (山东先达农化股份有限公司)。

供试杂草,3 种禾本科杂草包括稗草 [*Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.]、狗尾草 (*Setaria viridis* (L.) Beauv.) 和牛筋草 [*Eleusine indica* (L.) Gaertn.];11 种阔叶杂草包括刺儿菜 [*Cirsium setosum* (Willd.) MB.]、苦苣菜 (*Ixeris sonchifolia* Hance)、苍耳 (*Xanthium sibiricum* Patrín ex Widder)、牛膝菊 (*Galinsoga parviflora* Cav.)、野苘蒿 [*Crassocephalum crepidioides* (Benth.) S. Moore]、鳢肠 (*Eclipta prostrata*)、龙葵 (*Solanum nigrum* L.)、苦蕒 (*Patrinia scabiosifolia* Fisch. ex Trevir.)、苘麻 (*Abutilon theophrasti* Medicus)、反枝苋 (*Amaranthus retroflexus* L.) 和马齿苋 (*Portulaca oleracea* L.)。

1.2 试验设计

试验在四川农业大学的人工气候室进行。设 10 种土壤处理除草剂,13 种茎叶处理除草剂和清水对照,共 24 个处理进行初筛试验,选用药害指数评价除草剂的安全性。药害指数^[14]通过药害等级得出,药害等级^[15]参照中华人民共和国农业行业农药药害分级标准(表 1)。药害指数计算公式为:药害指数 = Σ (各级级数 × 株数) / (检查总株数 × 最高级数) × 100%。

盆栽模拟试验,采用单因素随机区组设计。分别选用初筛出的土壤处理除草剂 5 种、茎叶处理除草剂 5 种和清水对照,共 11 个处理,重复 3 次,共 33 个区组。每个盆钵中的营养土均匀混有供试杂草种子各 100 粒。

试验选用 45 cm × 33 cm × 12.5 cm 规格的盆钵,将盆钵放入人工气候室进行培养,温度 20℃,湿度 60%。土壤处理中每盆玉米和大豆各 4 行,间距为 4.5 cm,每行 5 穴,穴距 5 cm,单株种植,播种后覆土 3 ~ 5 cm,播种后 1 d 喷施土壤处理剂,药后 7 和 14 d 统计每个处理的禾本科杂草和阔叶杂草的数量,并统计 14 d 杂草的鲜重,药后 20 d 对玉米、大豆进行取样测定其株高、茎粗、叶绿素^[16]和干物重^[17]。茎叶处理剂中每盆玉米和大豆各 2 行,间距为 9 cm,每行 5 穴,穴距 5 cm,单株种植,播种后覆土 3 ~ 5 cm,大豆第一片三出复叶完全展开进行茎叶处理,药后 7 和 14 d 统计每个处理的禾本科杂草和阔叶杂草的数量,药后 15 d 对玉米、大豆进行取样并测定其株高、茎粗、叶绿素和干物重。通过杂草数量和鲜重得出株防效和鲜重防效。

株防效 = (对照区杂草株数 - 施药区杂草株数) / 对照区杂草株数 × 100%
鲜重防效 = (对照区杂草鲜重 - 施药区杂草鲜

重)/对照区杂草鲜重×100%

表 1 药害等级划分标准

Table 1 The phytotoxicity hierarchy standard	
药害等级	药害症状描述
Phytotoxicity grading	Description of phytotoxicity symptoms
0	与清水对照生长一致
1	株高、叶色略与对照不同
2	植株略显畸形、株高低于对照
3	植株明显矮化,茎秆增粗、叶片略显增厚且颜色加深或叶片变黄
4	植株停止生长,畸形严重、僵苗或整张叶片枯黄死亡,植株萎蔫
5	植株死亡

1.3 数据分析

采用 Excel 2003,SPSS 20 对试验数据进行统计分析,使用单因素方差分析(One way ANOVA)比较不同处理间的差异。

2 结果与分析

2.1 除草剂药害

2.1.1 土壤处理药害 由表 2 可知,不同除草剂处理的玉米和大豆发芽会受到抑制,乙二合剂和噻磺·乙草胺的大豆发芽率比清水对照低15% 和 35%。在玉米、大豆发芽定苗后 1 d,不同除草剂处理间药害指数表现为噻磺·乙草胺>噻磺·乙·滴丁酯>乙二合剂>乙草胺>氟乐灵>精异丙甲草胺>嗉酮·乙草胺>乙·嗉·滴丁酯>扑·乙·滴丁酯>二甲戊灵。苗后 7 d,乙草胺、乙二合剂、噻磺·乙草胺和噻磺·乙·滴丁酯的药害指数明显高于清水对照。二甲戊灵、嗉酮·乙草胺、乙·嗉·滴丁酯、扑·乙·滴丁酯的药害指数与清水对照相近,精异丙甲草胺的药害指数小于噻磺·乙草胺、噻磺·乙·滴丁酯、乙二合剂、乙草胺和氟乐灵。由此可见,二甲戊灵、精异丙甲草胺、嗉酮·乙草胺、乙·嗉·滴丁酯、扑·乙·滴丁酯 5种土壤处理剂相对较安全,供后续试验选用。

表 2 土壤处理发芽率及药害指数

Table 2 Soil treatment influence the germination rate and the phytotoxicity index						
处理	发芽率		1 d 药害指数		7 d 药害指数	
	Germination rate/%		The phytotoxicity index at 1 d/%		The phytotoxicity index at 7 d/%	
	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆
Treatment	Maize	Soybean	Maize	Soybean	Maize	Soybean
乙草胺	95	100	56	45	42	17
Acetochlor						
二甲戊灵						
Pendimethalin	95	100	0	0	0	1
乙二合剂	95	85	50	52	38	54
Acetochlor + 2,4-D butyl ester						
噻磺·乙草胺						
Acetochlor + Thifensulfuron methyl	100	65	63	66	52	57
噻磺·乙·滴丁酯	95	95	62	43	47	46
Acetochlor + Thifensulfuron methyl						
+ 2,4-D butyl ester						
精异丙甲草胺	100	100	15	8	29	6
S-metolachlor						
氟乐灵						
Trifluralin	95	100	34	10	30	10
扑·乙·滴丁酯	100	100	2	1	1	3
Prometryn + Acetochlor + 2,4-D butyl ester						
乙·嗉·滴丁酯						
Acetochlor + Metribuzin + 2,4-D butyl ester	100	100	3	3	3	7
嗉酮·乙草胺	95	100	4	4	7	2
Acetochlor + Metribuzin						
清水对照						
Water control	100	100	0	5	1	5

由表3可以看出,筛选出的5种土壤处理剂在药后20 d,对玉米和大豆的株高、茎粗、干物重和叶绿素含量造成影响。株高降低,茎增粗,干物重降低,叶绿素含量降低。5种土壤处理剂对玉米株高抑制率表现为精异丙甲草胺>扑·乙·滴丁酯>乙·噻·滴丁酯>二甲戊灵>噻酮·乙草胺,大豆株高抑制率表现为精异丙甲草胺>乙·噻·滴丁酯>扑·乙·滴丁酯>二甲戊灵>噻酮·乙草胺。受药害影响玉米和大豆茎增粗,二甲戊灵分别增粗11.5%和9.55%,精异丙甲草胺分别增粗17.29%和

20.68%,噻酮·乙草胺分别增粗7.57%和11.03%。除扑·乙·滴丁酯处理中的大豆干物重与清水对照相比降低了8.33%,其它除草剂处理中玉米和大豆的干物重与清水对照差异不显著。二甲戊灵处理的玉米和大豆叶绿素含量降低分别为11%和4.5%,精异丙甲草胺分别为41.31%和12.61%,噻酮·乙草胺分别为32.99%和38.1%。二甲戊灵处理的株高、茎粗、干物重和叶绿素较清水对照无显著性差异。

表3 药后20 d土壤处理剂对玉米和大豆的生长发育的影响

Table 3 Soil treatment of herbicides influence on the intercropping of maize and soybeans treated after 20 d

处理 Treatment	株高 Stem length/cm		茎粗 Stem thickness/mm		干物重 Total biomass/g		叶绿素 Chlorophyl/(mg·g ⁻¹)	
	玉米 Maize	大豆 Soybean	玉米 Maize	大豆 Soybean	玉米 Maize	大豆 Soybean	玉米 Maize	大豆 Soybean
二甲戊灵 Pendimethalin	23.40 abc	12.70 ab	4.00 ab	2.59 c	0.25 a	0.24 a	5.99 ab	7.42 a
精异丙甲草胺 S-metolachlor	22.13 d	12.27 b	4.28 a	2.95 a	0.25 a	0.23 ab	3.95 c	6.79 ab
扑·乙·滴丁酯 Prometryn + Acetochlor + 2, 4-D butyl ester	22.30 cd	12.87 ab	3.85 bc	2.82 ab	0.24 a	0.22 b	5.00 abc	6.11 b
乙·噻·滴丁酯 Acetochlor + Metribuzin + 2, 4-D butyl ester	22.70 bcd	12.77 ab	4.12 ab	2.73 bc	0.25 a	0.23 ab	3.71 c	7.76 a
噻酮·乙草胺 Acetochlor + Metribuzin	23.70 ab	13.03 ab	3.83 bc	2.63 c	0.26 a	0.23 ab	4.51 bc	4.81 c
清水对照 Water control	24.10 a	13.20 a	3.54 c	2.34 d	0.28 a	0.24 a	6.73 a	7.77 a

同列不同小写字母表示差异显著(P<0.05)。下同。
Different lowercase insame line mean significant difference (P<0.05). The same as below.

2.1.2 茎叶处理药害 由表4可以看出,茎叶处理的除草剂药害指数高于对照。灭草松的药害指数低于其它除草剂处理。烯草酮、精喹禾灵、精恶唑禾草灵、精氟吡甲禾草灵、稀禾啶、精吡氟禾草灵、乙羧氟草醚和氟磺胺草醚药害指数随着生长的推进逐渐上升,于药后14 d达到最高,为37%~67%。噻吩磺隆、双氟·唑啞胺、氟醚·灭草松和咪唑乙烟酸的药害指数在药后14 d内均表现为先升高后降低,于药后7 d达到最高,药后14 d的药害指数降低,降幅为15.38%~47.83%。由此可见筛,灭草

松、噻吩磺隆、双氟·唑啞胺、氟醚·灭草松和咪唑乙烟酸5种茎叶处理剂相对较安全,供后续试验选用。药后14 d时精喹禾灵和精氟吡甲禾草灵处理的玉米的药害指数为100%,药害严重,对玉米不安全。
由表5可以看出,在药后15 d,筛选出的5种茎叶处理除草剂对玉米株高的抑制率表现为:咪唑乙烟酸>噻吩磺隆>氟醚·灭草松>双氟·唑啞胺>灭草松,大豆株高抑制率表现为咪唑乙烟酸>氟醚·灭草松>双氟·唑啞胺>噻吩磺隆>灭草松。噻吩磺隆、双氟·唑啞胺和咪唑乙烟酸处理的玉米茎粗

与清水对照相比,增粗 21.34% ~ 22.32%。玉米的干物重表现为:清水对照 > 灭草松 > 噻吩磺隆 > 双氟·唑嘧胺 > 氟醚·灭草松 > 咪唑乙烟酸。大豆的干物重表现为:清水对照 > 灭草松 > 噻吩磺隆 > 咪唑乙烟酸 > 双氟·唑嘧胺 > 氟醚·灭草松。咪唑乙烟酸处理后玉米叶绿素含量比清水对照低 11.59%。噻吩磺隆处理后大豆叶绿素含量比清水对照低 63.27%,其它处理比清水对照低 25.81% ~ 28.41%。灭草松处理后大豆叶绿素含量与清水对照差异显著,玉米和大豆的株高、茎粗、干物重和玉米的叶绿素含量较清水对照无显著性差异。

表 4 茎叶处理药害指数

Table 4 Treatment influence of the phytotoxicity index of stem-leaf							(%)
处理 Treatment	1 d		7 d		14 d		
	玉米 Maize	大豆 Soybean	玉米 Maize	大豆 Soybean	玉米 Maize	大豆 Soybean	
烯草酮 Clethodim	10	10	10	4	72	2	
精喹禾灵 Quizalofop-p-ethyl	6	0	6	34	100	16	
精恶唑禾草灵 Fenoxaprop-P-ethyl	0	0	4	6	88	0	
精氟吡甲禾草灵 Haloxypop-R-methyl	0	0	8	4	100	0	
灭草松 Bentazone	2	0	6	2	0	0	
稀禾啶 sethoxydi	28	0	40	6	66	8	
精吡氟禾草灵 Fluazifop-P	8	0	28	38	98	10	
噻吩磺隆 Thifensulfuron methyl	20	2	16	30	12	12	
双氟·唑嘧胺 Florasulam + Flumetsulam	24	8	36	42	20	46	
乙羧氟草胺 Fluoroglycofen	8	20	64	76	46	76	
氟醚·灭草松 Fomesafen + Bentazone	20	2	54	40	42	20	
氟磺胺草醚 Fomesafen	30	24	40	70	72	62	
咪唑乙烟酸 Imazethapyr	20	56	20	54	20	42	
清水对照 Water control	0	0	0	0	0	0	

表 5 药后 15 d 茎叶处理剂对玉米和大豆的生长发育的影响

Table 5 Influence of stem-leaf treatment herbicides on the intercropping of maize and soybeans treated after 15 d

处理 Treatment	株高 Stem length/cm		茎粗 Stem thickness/mm		干物重 Total biomass/g		叶绿素 Chlorophyl/(mg·g ⁻¹)	
	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆	玉米	大豆
	Maize	Soybean	Maize	Soybean	Maize	Soybean	Maize	Soybean
灭草松 Bentazone	50. 93 a	28. 37 a	4. 81 b	2. 97 bc	0. 44 b	0. 73 ab	6. 57 ab	7. 13 b
噻吩磺隆 Thifensulfuron methyl	41. 93 c	27. 67 ab	5. 53 a	3. 20 a	0. 44 b	0. 67 b	7. 08 a	3. 53 c
双氟·唑嘧胺 Florasulam + Flumetsulam	45. 50 b	26. 70 bc	5. 57 a	3. 21 a	0. 36 bc	0. 62 bc	6. 55 ab	6. 88 b
氟醚·灭草松 Fomesafen + Bentazone	43. 13 bc	26. 43 bc	4. 73 b	3. 14 ab	0. 34 bc	0. 53 c	6. 15 ab	6. 99 b
咪唑乙烟酸 Imazethapyr	38. 07 d	26. 00 c	5. 60 a	3. 13 ab	0. 22 c	0. 64 bc	5. 57 b	7. 11 b
清水对照 Water control	51. 73 a	28. 30 a	4. 35 b	2. 84 c	0. 59 a	0. 83 a	6. 30 ab	9. 61 a

2.2 除草效果

2.2.1 土壤处理除草效果 由表 6 可知,土壤处理 7 d 后,二甲戊灵处理中杂草的株数高于清水对照,株防效为“0”,其它除草剂均有不同程度的防除效果,株防效为 50% ~ 72.22%。药后 14 d,清水对照的杂草株数显著高于其它除草剂处理,精异丙甲草胺的株防效最高,为 71.96%,二甲戊灵的株防效提

高至 60.58%,与精异丙杂草胺、扑·乙·滴丁酯和噻酮·乙草胺防效相当,无显著差异。精异丙甲草胺鲜重防效最高,显著高于其它处理,二甲戊灵和扑·乙·滴丁酯次之,分别为 67.12%、66.65%,二者间差异不显著,乙·噻·滴丁酯和噻酮·乙草胺鲜重防效相对较低。因此,精异丙甲草胺对杂草的防除效果好于其它处理。

表 6 土壤处理对杂草的防除效果

Table 6 Soil treatment on weed control effect

处理 Treatment	7 d			14 d		
	株数	株防效	株数	株防效	鲜重	鲜重防效
	Number of weed	Weed control of number/%	Number of weed	Weed control of number/%	Weed green weight/g	Weed control of weight/%
二甲戊灵 Pendimethalin	2. 00 a	0 b	6. 00 b	60. 58 ab	0. 0183 b	67. 12 ab
精异丙甲草胺 S-metolachlor	0. 67 a	72. 22 a	4. 33 b	71. 96 a	0. 0095 b	78. 83 a
扑·乙·滴丁酯 Prometryn + Acetochlor + 2,4-D butyl ester	1. 00 a	61. 11 a	5. 33 b	64. 26 ab	0. 0175 b	66. 65 ab
乙·噻·滴丁酯 Acetochlor + Metribuzin + 2,4-D butyl ester	1. 00 a	61. 11 a	7. 00 b	54. 81 b	0. 0198 b	60. 33 b
噻酮·乙草胺 Acetochlor + Metribuzin	1. 33 a	50. 00 a	6. 00 b	60. 58 ab	0. 0229 b	55. 35 b
清水对照 Water control	1. 67 a	—	15. 00 a	—	0. 0568 a	—

2.2.2 茎叶处理除草效果 由表 7 可得,茎叶处理后 7 d,灭草松、氟醚·灭草松和咪唑乙烟酸对禾本科

杂草株防效无显著性差异,株防效为 93.33% ~ 100%,显著高于其它处理。噻吩磺隆对阔叶杂草的

株防效为 73. 50% ,显著高于灭草松 62. 89% 。药后 14 d ,氟醚·灭草松对禾本科杂草的株防效最高,显著高于灭草松、双氟·唑啞胺和咪唑乙烟酸,分别高 25. 58% ,27. 15% ,32. 52% ,和噻吩磺隆无显著性差异。噻吩磺隆对阔叶类杂草的株防效显著高于灭草松和咪唑乙烟酸。噻吩磺隆的鲜重防效最高,显

著高于灭草松、双氟·唑啞胺和氟醚·灭草松,分别高 12. 78% ,12. 03% ,12. 37% 。咪唑乙烟酸的鲜重防效为 91. 22% ,与噻吩磺隆无显著性差异。因此,噻吩磺隆对禾本科杂草和阔叶杂草的防除效果相对均较好。

表 7 茎叶处理对杂草的防除效果

Table 7 Effect of stem-leaf treatment on weed control

处理 Treatment	7 d				14 d				鲜重 Weed green weight/g	鲜重防效 Weed control of weight/%
	禾本科杂草 Gramineous weeds		阔叶类杂草 Broadleaf weeds		禾本科杂草 Gramineous weeds		阔叶类杂草 Broadleaf weeds			
	株数	株防效	株数	株防效	株数	株防效	株数	株防效		
	Number of weed	Weed control of number/%	Number of weed	Weed control of number/%	Number of weed	Weed control of number/%	Number of weed	Weed control of number/%		
灭草松 Bentazone	0. 00 b	100. 00 a	9. 33 b	62. 89 b	7. 00 b	63. 07 bc	17. 33 b	42. 33 b	0. 2418 b	83. 82 b
噻吩磺隆 Thifensulfuron methyl	0. 67 b	76. 67 b	6. 67 b	73. 50 a	4. 00 b	82. 28 ab	10. 00 b	65. 47 a	0. 7833 b	96. 10 a
双氟·唑啞胺 Florasulam + Flumetsulam	0. 67 b	76. 67 b	8. 33 b	66. 51 ab	7. 00 b	61. 74 c	13. 33 b	54. 57 ab	0. 2465 b	84. 54 b
氟醚·灭草松 Fomesafen + Bentazone	0. 33 b	93. 33 a	7. 67 b	70. 32 ab	4. 00 b	84. 75 a	13. 00 b	55. 71 ab	0. 3201 b	84. 21 b
咪唑乙烟酸 Imazethapyr	0. 33 b	93. 33 a	8. 00 b	68. 65 ab	3. 33 b	57. 19 c	16. 67 b	44. 17 b	0. 1898 b	91. 22 ab
清水对照 Water control	2. 33 a	—	25. 00 a	—	19. 00 a	—	29. 33 a	—	1. 6772 a	—

3 结论与讨论

本试验通过药害指数筛选出二甲戊灵、精异丙甲草胺、扑·乙·滴丁酯、乙·噻·滴丁酯、噻酮·乙草 5 种土壤处理剂胺和灭草松、噻吩磺隆、双氟·唑啞胺、氟醚·灭草松、咪唑乙烟酸 5 种茎叶处理剂。

在玉米大豆间作模式中进行土壤处理时,二甲戊灵对玉米、大豆的药害指数低于其它除草剂处理,玉米、大豆的株高、茎粗、干物重和叶绿素含量较清水对照无显著性差异。药后 14 d ,二甲戊灵的杂草株防效和鲜重防效与精异丙甲草胺无显著性差异,均高于扑·乙·滴丁酯、乙·噻·滴丁酯、噻酮·乙草胺。精异丙甲草胺对玉米、大豆的药害影响株高和茎粗,但不影响干物质积累,相对较安全,杂草株防效和鲜重防效显著高于其它各处理,可以作为玉米大豆间作田苗前处理剂,达到有效控制田间前期杂草的发生与危害。进行茎叶处理时,灭草松处理的玉米、大豆药害指数低于其它除草剂处理,但除草效果差。噻吩磺隆处理后对玉米、大豆的生长

发育有一定的影响,但药害指数在 14 d 内先升高后降低,药害后能够逐渐恢复。噻吩磺隆对禾本科杂草和阔叶类杂草的株防效均较高,鲜重防效显著高于其它各处理,在玉米大豆间作田使用可以有效地防除一年生禾本科杂草和阔叶类杂草,对玉米大豆相对较安全。因此,在杂草少的玉米大豆间作田中,可以选用更为安全的二甲戊灵进行土壤处理,再根据田间杂草发生情况,选用灭草松进行茎叶处理。在杂草多的玉米大豆间作田中,分别使用除草效果更好的精异丙甲草胺进行土壤处理和噻吩磺隆进行茎叶处理。

本试验中二甲戊灵在药后 7 d 的杂草株数高于清水对照,可能由于模拟杂草在玉米大豆间作模式中生长,选用的禾本科杂草种类少、数量小,不能准确表明不同除草剂对于禾本科杂草的防除效果。噻吩磺隆影响大豆叶绿素合成,降低大豆的光合作用,造成大豆药害,与王险峰等^[18]研究结果相同。本试验仍需进一步在大田试验中筛选出适用于玉米大豆间作模式的除草剂。

参考文献

[1] 高同彬, 何付丽, 赵长山. 窄行平作密植大豆田杂草的危害特点[J]. 大豆科学, 2008, 27(3): 536-538, 542. (Gao T B, He F L, Zhao C S. Harm characteristics of weeds in flat-planting narrow-row solid-seeded soybean [J]. Soybean Science, 2008, 27(3): 536-538, 542.)

[2] 杜晓军, 崔锡花, 姜成, 等. 玉米、大豆地两用除草剂的筛选[J]. 延边大学农学学报, 2001, 23(4): 282-286. (Du X J, Cui X H, Jiang C, et al. Corn and soybean fields of dual-use herbicide screening[J]. Journal of Agricultural Science Yanbian University, 2001, 23(4): 282-286.)

[3] 张亚辉, 王国忠, 姚丽影, 等. 米豆通用除草剂的田间药效试验[J]. 吉林农业科学, 2005, 30(6): 37-39. (Zhang Y H, Wang G Z, Yao L Y, et al. Corn and soybean field efficacy test of common herbicides [J]. Journal of Jilin Agricultural Sciences, 2005, 30(6): 37-39.

[4] 赵银月, 耿智德, 詹和明, 等. 玉米大豆间作条件下不同剂量除草剂的效果研究[J]. 大豆科技, 2014(5): 17-20. (Zhao Y Y, Geng Z D, Zhan H M, et al. Corn-Soybean intercropping system study on effect of different doses of herbicides[J]. Soybean Science & Technology, 2014(5): 17-20.)

[5] 刘波, 关成宏, 王险峰, 等. 我国东北地区常见除草剂药害原因分析与解决方法[J]. 农药, 2006, 45(6): 368-373. (Liu B, Guan C H, Wang X F, et al. Analyzing the causes of and solutions for crop injury by herbicides commonly used in northeast China[J]. Agrocheincals, 2006, 45(6): 368-373.)

[6] 王险峰, 范志伟, 胡荣娟, 等. 除草剂药害新进展与解决方法[J]. 农药, 2009, 48(5): 384-388. (Wang X F, Fan Z W, Hu R J, et al. Progress and solution of herbicide phytotoxicity[J]. Agrocheincals, 2009, 48(5): 384-388.)

[7] 谢娜, 王金信, 侯珍, 等. 氯吡嘧磺隆除草活性及对不同玉米品种的安全性[J]. 植物保护学报, 2012, 39(5): 461-466. (Xie N, Wang J X, Hou Z, et al. Herbicidal activity and security of halosulfuron-methyl to different maize varieties[J]. Acta Phytolacica Sinica, 2012, 39(5): 461-466.)

[8] 马永林, 覃建林, 马跃峰, 等. 14种磺酰脲类除草剂对蔗田香附子的防效及安全性评价[J]. 西南农业学报, 2014, 27(9): 2419-2422. (Ma Y L, Tan J L, Ma Y F, et al. *Cyperus rotundus* L. control effect and sugarcane evaluation on safety of 14 sulfonylurea herbicide in sugarcane field[J]. Southwest China Journal of Agricultural Sciences, 2014, 27(9): 2419-2422.)

[9] Masoumeh Y, Das T K, Rakesh P. Effect of herbicide tank-mixes on weed control, yield and physiological parameters of soybean (*Glycine max*) under tilled and no-tilled conditions[J]. Indian Journal of Plant Physiology, 2013, 18(3): 290-294.

[10] 刘毅, 王承星, 张卫书, 等. 几种除草剂防除玉米田杂草的田

间药效对比[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(1): 82-85. (Liu Y, Wang C X, Zhang W S, et al. Control effect of five herbicides on weeds in maize field [J]. Guizhou Agricultural Sciences, 2012, 40(1): 82-85.

[11] 李秉华, 张永信, 边全乐, 等. 免耕夏玉米田杂草防治关键期研究[J]. 中国生态农业学报, 2013, 21(8): 998-1003. (Li B H, Zhang Y X, Bian Q L, et al. Critical period of weed control in no-tillage summer maize fields [J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2013, 21(8): 998-1003.

[12] 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.)

[13] 马永林, 郭成林, 马跃峰, 等. 11种除草剂对穿心莲安全性评价及田间杂草防除效果[J]. 南方农业学报, 2015, 46(3): 433-436. (Ma Y L, Guo C L, Ma Y F, et al. Safety evaluation of 11 kinds of pre-emergence herbicides on *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Nees and their control effects in field[J]. Journal of Southern Agriculture, 2015, 46(3): 433-436.)

[14] 陈洁, 石洁. 辛硫磷与3种除草剂共同处理对玉米生长的影响[J]. 河北农业科学, 2010, 14(8): 114-116. (Chen J, Shi J. Effects of co-utilization of Phoxim and herbicides on maize growth [J]. Journal of Hebei Agricultural Sciences, 2010, 14(8): 114-116.)

[15] 李鹤鹏, 付亚书, 姜士波, 等. 几种常用除草剂在大豆田的防效评价[J]. 黑龙江农业科学, 2013(1): 43-49. (Li H P, Fu Y S, Jiang S B, et al. Evaluation of the efficacy of several herbicides in soybean field [J]. Heilongjiang Agricultural Science, 2013(1): 43-49.)

[16] 林绍森, 唐永金. 玉米密度、行距和穴距对间作大豆叶片叶绿素a含量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(9): 43-49. (Lin S S, Tang Y J. Effect of density row spacing and hole spacing of maize on leafs chlorophyll a content of intercropped soybean [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2010, 38(9): 43-49.)

[17] 高阳, 段爱旺, 刘祖贵, 等. 间作种植模式对玉米和大豆干物质积累与产量组成的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(2): 214-221. (Gao Y, Duan A W, Liu Z G, et al. Effect of Intercropping patterns on dry matter accumulation and yield components of maize and soybean[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2009, 25(2): 214-221.)

[18] 王险峰, 关成宏, 范志伟. 磺酰脲类除草剂安全性评价[J]. 农药, 2010, 49(8): 547-551, 564. (Wang X F, Guan C H, Fan Z W. Evaluation on safety of sulfonylurea herbicides [J]. Agrocheincals, 2010, 49(8): 547-551, 564.)