



3 种喷雾助剂对东北春大豆除草剂减量增效的影响

陈宇飞¹, 胡新², 高世杰², 于涵¹, 文景芝¹

(1. 东北农业大学 农学院, 黑龙江 哈尔滨 150030; 2. 黑龙江省农垦九三管理局 植保植检管理站, 黑龙江 黑河 161441)

摘要:为降低除草剂使用量,提高东北春大豆杂草防除效果,在常用土壤封闭处理剂和茎叶处理剂减量 25% 的基础上,分别添加 3 种喷雾助剂(有机硅类助剂施倍丰、表面活性剂类助剂激健、植物油类助剂速捷),比较杂草防除效果和大豆生物学性状、产量、收益等指标,探明 3 种助剂对除草剂减量的作用影响。结果表明:3 种喷雾助剂对杂草总防效优异,鲜重防效、株防效均高达 90%,添加 3 种喷雾助剂的减药处理与常规不减药处理比较没有显著差异。施倍丰对禾本科杂草、阔叶杂草的防效最好,对 2 类杂草的最高鲜重防效和最高株防效均达到 90% 以上;速捷对禾本科杂草的鲜重防效最高,达 94.2%,但株防效最低,为 86.7%,对阔叶类杂草的鲜重防效和株防效约为 86%;激健对禾本科杂草防效与施倍丰相当,株防效和鲜重防效约为 90%,激健对阔叶类杂草的鲜重防效和株防效比速捷略低,防效约 85%。3 种喷雾助剂对大豆株高、荚数、百粒重等生物学性状及产量、收益与常规不减药处理比较没有显著差异。激健对产量的影响最大,能增产 4.47%,增效 3.43%,其次是施倍丰,增产 1.6%,增效 2.12%,速捷没有增产增效作用。结果表明除草剂使用中添加喷雾助剂能达到减量增效的作用,本研究结果可以为推广除草剂减施技术提供方法参考。

关键词:东北春大豆;喷雾助剂;除草剂;减施技术

Effects of Three Spray Adjuvants on Reduction and Synergism of Herbicides in Spring Soybean in Northeast China

CHEN Yu-fei¹, HU Xin², GAO Shi-jie², YU Han¹, WEN Jing-zhi¹

(1. College of Agricultural, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China; 2. Plant Quarantine and Plant Protection Station of Jiusan Administration of Heilongjiang State Farms, Heihe 161441, China)

Abstract: In order to reduce the use of herbicide and improve weeds control effect of spring soybean in northeast China, on the basis of 25% reduction of commonly used soil treatment agent and stalk leaf treatment agent, 3 kinds of spray adjuvants (organosilicon adjuvant Shibeifeng, surfactants adjuvant Jijian, and plant oil adjuvants Sujie) were added respectively, the effect of three adjuvants on herbicide reduction was studied. The results showed that 3 kinds of spray adjuvants had excellent control effect on weeds, the control effect of fresh weight and plant was as high as 90%, there were no significant difference between 3 kinds of spray adjuvants and check. Shibeifeng had the best control effect on Gramineae weeds and broad-leaved weeds, and the highest fresh weight and plant control effects were above 90% for both types of weeds. The control effect of Sujie on fresh weight of gramineous weeds was the highest (94.2%), but the plant control effect was the lowest (86.7%), the control effect of Sujie on fresh weight and plant control of broad-leaved weeds was about 86%. The control effect of Jijian on gramineous weeds was similar to Shibeifeng, the control effect of Jijian on fresh weight and plant weight was about 90%, the control effect of Jijian on broad-leaved weeds was slightly lower than that of Shibeifeng, and the control effect was about 85%. There was no significant difference in the biological characters, yield and yield of soybean with plant height, pod number and 100-seed weight by 3 spray adjuvants Jijian had the greatest impact on the yield, increasing yield by 4.47% and efficiency by 3.43%, followed by Shibeifeng, increasing yield by 1.6% and efficiency by 2.12%, Sujie did not increase yield and efficiency. The addition of spray adjuvants in application of herbicides has the effect of reduction and synergism, the experiment provides a reference for popularizing the technology of reducing herbicides.

Keywords: Spring soybean in Northeast China; Spray adjuvants; Herbicides; Reduction techniques

据统计,1990-2016 年中国大豆自给率由 151.5% 下降到 12.9%^[1],东北春大豆占中国种植面积 50% 以上,在中美贸易经常摩擦的背景下,东北春大豆具有更重要的战略意义。仅以黑龙江垦区为例,每年农药用量为 1.4 万~1.5 万 t,其中除

草剂 1.1 万~1.2 万 t^[2],约占农药总量的 75%。除草剂用量多,农药残留问题严重。乙草胺和氟磺胺草醚是大豆田最常用的土壤封闭除草剂和茎叶除草剂,由于活性高、成本低、使用方便,每年被大量施用,土壤中持续积累,施用乙草胺的农田药害频

收稿日期:2019-01-18

基金项目:国家重点研发计划(2018YFD0201000)。

第一作者简介:陈宇飞(1967-),女,硕士,副教授,主要从事有害生物防治研究。E-mail:chenyufei301@126.com。

通讯作者:文景芝(1963-),女,博士,教授,主要从事有害生物防治研究。E-mail:jzhiwen2000@163.com。

发^[3-4],施用氟磺胺草醚的地块只能种植大豆,严重限制了农业种植结构的调整,农田土壤质量下降^[5]。

合理添加喷雾助剂是降低除草剂使用量、提高除草剂药效的重要方法^[6-9]。喷雾助剂是喷雾前加在桶或喷雾器里能改善药液在靶标植物叶片上润湿、附着、展布与渗透特性的助剂,能够提高农药在供试植物上的药剂沉积量^[10]、增强防效^[11-12]。喷雾助剂有无机盐类、矿物油类、有机硅类、表面活性剂类、植物油类,现在市售的商品助剂多属于后面3种类型。有机硅类助剂能提高药液粘附力和向植物体内渗透力,使药剂通过气孔进入植物组织,提高药效^[13-14],有机硅类助剂主要成分为聚醚改性三硅氧烷化合物,该类化合物对水溶液 pH 敏感^[15],在 pH < 5 或 pH > 9 的情况下都极易缩聚水解而失去作用^[16-17]。表面活性剂类助剂通过降低表面张力,提高农药药液在靶标上的润湿铺展性能,溶解非极性植物物质(部分叶面角质和蜡质层、细胞壁几丁质),从而达到增效目的^[18-19],主要成分为非离子表面活性剂(脂肪胺乙氧基类或聚氧乙基脂肪醇类)和脂肪酸或酯类的混合物,在一定湿度范围内对除草剂有增效作用,干旱条件下增效不明显^[16-17],安全性差^[20]。植物油类喷雾助剂与作物有亲和性、增加药液粘度,减少挥发、飘移损失,渗透性强,改善植物叶面蜡质层理化性质,提高农药利用率^[21-23];植物油类助剂包括粗提或精炼的植物油(大豆油、菜籽油、亚麻油、玉米油等)及植物油乳剂,植物油乳剂又包括粗提或精炼植物油乳剂、酯化植物油乳剂、酯化聚氧乙烯甘油和甲基化聚氧乙烯脂肪酸4类。植物油类助剂绿色环保、安全,顺应了农药助剂发展方向,但性能不如有机溶剂稳定,容易受其来源植物的生长状态、储运条件、微生物污染等条件限制^[24]。

在前期助剂筛选的基础上,选择表现良好的有机硅类助剂施倍丰、表面活性剂类助剂激健、植物油类助剂速捷进行田间除草剂减施技术试验,以期能为推广除草剂减施技术提供方法指导,为提升东北春大豆品质和种植效益提供技术支持。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试品种 大豆品种为黑河43。

1.1.2 药剂与器械 施倍丰,诺农(北京)国际生物技术有限公司;激健,四川蜀峰作物科学有限公司;速捷,法国戴商高士公司。0.250 kg·L⁻¹氟磺胺草醚,安徽丰乐农化有限责任公司;0.480 kg·L⁻¹灭

草松,安徽丰乐农化有限责任公司;90%乙草胺乳油,山东中石药业有限公司;75%噻吩磺隆水分散粒剂,江苏江南农化有限公司;0.240 kg·L⁻¹烯草酮乳油,山东嘉城农作物科学有限公司。其它常规药剂市场购买。

CASE11-3230 药机,美国 Teejet80015 型扇形喷头,喷雾压力3~4个大气压。

1.2 试验地概况

试验于2018年黑龙江省尖山农场第一管理区6-2号地进行。土质黑土,pH5.9,土有机质:48.8 g·kg⁻¹,全氮:1.975 g·kg⁻¹,碱解氮:102 mg·kg⁻¹,有效磷:27.8 mg·kg⁻¹,速效钾:212 mg·kg⁻¹。秋天深翻地,耙2遍,秋起垄施肥,N:P:K=1.0:1.2:0.5,尿素65 kg·hm⁻²,64%磷酸二铵145 kg·hm⁻²,60%氯化钾50 kg·hm⁻²。春季大型播种机垄上播种,全生育期深松2遍。

1.3 试验设计

于4月28日播种,5月2日进行播后苗前的封闭除草,5月30日大豆真叶-1片复叶期进行阔叶茎叶除草,6月20日大豆初花期进行第二次茎叶施药。封闭除草剂200 L·hm⁻²,茎叶除草剂150 L·hm⁻²

试验设置常规施药处理,和分别添加施倍丰、激健、速捷且除草剂减施25%的处理,每个处理36垄,每条垄宽1.1 m,垄长525 m,3 hm²。

每个处理4次重复,具体试验处理及施药用量见表1。

1.4 测定项目与方法

1.4.1 防效调查 于第一次封闭除草施药后15 d,调查封闭除草的株防效;茎叶除草完毕后30 d调查株防效;茎叶除草完毕后45 d调查鲜重防效。防治对象分别是禾本科杂草:稗(*Echinochloa crusgalli*)、野黍(*Eriochloa villosa*);阔叶类杂草:苣荬菜(*Sonchus arvensis*)卷茎蓼(*Fallopia convolvulus*)、反枝苋(*Amaranthus retroflexus*)、藜(*Chenopodium album*)、繁缕(*Stellaria media*)、铁苋菜(*Acalypha australis*)。

采用绝对值(数测)调查法,用人工制作的0.25 m²框,每小区调查4点,调查记载杂草种类、数量和重量,并计算防效。

$$\text{防治效果}(\%) = \frac{ck - pt}{ck} \times 100$$

式中:ck—空白对照区活草数(或鲜重),pt—处理区残存草数(或鲜重)。

1.4.2 田间调查 9月25日,每处理取5点,每点取连续10株大豆进行考种,调查大豆株高、荚数、百粒重等生物学性状,每点取实际收获3 m²测产。

表 1 试验设计

Table 1 Design of test reagent

处理	施药日期	施药用量
Treatment	Spraying date	Dosage of pesticide/(kg·hm ⁻²)
施倍丰	05-02	90% 乙草胺乳油 1.65 +75% 噻吩磺隆水分散粒剂 0.032 +施倍丰 0.075
Shibeifeng	05-30	250 g·L ⁻¹ 氟磺胺草醚水剂 1.8 + 苯达松 2.25 + 施倍丰 0.075
	06-20	25% 烯草酮乳油 0.45 + 施倍丰 0.075
激健	05-02	90% 乙草胺乳油 1.65 +75% 噻吩磺隆水分散粒剂 0.032 + 激健 0.225
Jijian	05-30	0.250 kg·L ⁻¹ 氟磺胺草醚水剂 1.8 + 苯达松 2.25 + 激健 0.225
	06-20	25% 烯草酮乳油 0.45 + 激健 0.225
速捷	05-02	90% 乙草胺乳油 1.65 +75% 噻吩磺隆水分散粒剂 0.032 + 速捷 0.100
Sujie	05-30	0.250 kg·L ⁻¹ 氟磺胺草醚水剂 1.8 + 苯达松 2.25 + 速捷 0.100
	06-20	25% 烯草酮乳油 0.45 + 速捷 0.100
常规	05-02	90% 乙草胺乳油 2.20 +75% 噻吩磺隆水分散粒剂 0.04
Conventional	05-30	0.250 kg·L ⁻¹ 氟磺胺草醚水剂 2.50 + 苯达松 3.00
	06-20	25% 烯草酮乳油 0.60

1.5 数据分析

试验数据分析采用 SPSS 17.0 ,并利用新复极差法(Duncan's 法)进行差异显著性分析。

2 结果与分析

2.1 3 种喷雾助剂减药处理对杂草防除效果的影响

2.1.1 对禾本科杂草、阔叶杂草防效及杂草总防效的影响 由表 2 可知,农药减量 25% 加入 3 种喷雾助剂的处理均能很好地控制田间各类杂草,对杂草的持续控制作用可以持续到茎叶处理 45 d。3 种喷雾助剂对杂草总防效优异,鲜重防效、株防效均达到 90% ,3 种喷雾助剂与常规不减药处理比较对杂草总防效差异不显著。对禾本科杂草鲜重防效最

高的是速捷,防效高达 94.2% ,最低的是激健,防效为 91.6% ,对禾本科杂草株防效最高的是施倍丰和常规不减药处理,防效达 90% ;对阔叶杂草鲜重防效最高的是施倍丰,防效为 91.9% ,最低的是激健,防效为 84.4% ,对阔叶杂草株防效最高的是施倍丰,防效高达 92.3% ,激健、速捷与常规不减药处理相当,防效 85% 左右。

3 种喷雾助剂对杂草总的防效和禾本科杂草防效随着时间增加防效提高,对阔叶杂草防除,施倍丰和激健茎叶处理 30 d 时防效最大,45 d 防效稍有降低。茎叶处理 30 d 防效显著高于第一次封闭处理 15 d 防效,茎叶处理 45 d 防效与茎叶处理 30 d 防效相当,提高不显著。田间观察,施倍丰速效性好于其它 2 种助剂。

表 2 3 种助剂对禾本科杂草、阔叶杂草防效及杂草总防效

Table 2 Controlling effects of three adjuvants on grasses, broad-leaved weeds and total weeds (%)

处理 Treatment	禾本科 Gramineae			阔叶科 Broad-leaved			总防效 Total control		
	株防效		鲜重防效	株防效		鲜重防效	株防效		鲜重防效
	Plant control		Fresh weight control	Plant control		Fresh weight control	Plant control		Fresh weight control
	15 d	30 d	45 d	15 d	30 d	45 d	15 d	30 d	45 d
施倍丰 Shibeifeng	82.1 aA	90.1 aA	92.3 aA	83.1 aA	92.3 aA	91.9 aA	82.2 aA	90.8 aA	92.1 aA
激健 Jijian	81.4 aA	89.8 aA	91.6 aA	72.5 aA	85.7 aA	84.4 aA	78.8 abA	89.2 aA	89.8 aA
速捷 Sujie	78.1 aA	86.7 aA	94.2 aA	77.1 aA	85.7 aA	86.2 aA	78.0 abA	88.1 aA	91.7 aA
常规 Conventional	73.3 aA	90.8 aA	93.3 aA	74.4 aA	85.7 aA	88.5 aA	74.1 bA	90.8 aA	91.3 aA

不同大小写字母表示处理间差异极显著($P < 0.01$)或显著($P < 0.05$)。下同。

Different capital and lowercase indicate there exist extremely significant difference($P < 0.01$) or significant difference ($P < 0.05$) between different treatments. The same below.

2.1.2 对禾本科各类杂草防效的影响 由表3可知,3种喷雾助剂与常规不减药处理对稗草的防效优异,鲜重防效均达到92%以上,速捷最高,为94.3%。对野黍防效最好的是激健和施倍丰,激健对野黍的鲜重防效最高达90.9%,施倍丰对野黍的

株防效达到92.5%,但施倍丰鲜重防效仅为75.3%。3种喷雾助剂与常规不减药处理对稗草的防效随时间不断提高,对野黍的防效是茎叶处理30 d时防效最好,之后防效下降。

表3 3种助剂对禾本科各类杂草防效

Table 1 Control effect of three adjuvants on gramineae weeds (%)

处理 Treatment	稗 <i>Echinochloa crusgalli</i>			野黍 <i>Eriochloa villosa</i>		
	株防效		鲜重防效	株防效		鲜重防效
	Plant control		Fresh weight control	Plant control		Fresh weight control
	15 d	30 d	45 d	15 d	30 d	45 d
施倍丰 Shibeifeng	81.2 aA	89.6 aA	92.1 aA	83.4 aA	92.5 aA	75.3 aA
激健 Jijian	81.0 aA	90.8 aA	92.2 aA	89.3 aA	90.2 aA	90.9 aA
速捷 Sujie	76.9 aA	86.2 aA	94.3 aA	81.2 aA	88.7 abA	81.1 aA
常规 CK	73.4 aA	91.9 aA	94.0 aA	64.2 aA	85.8 abA	76.8 aA

2.1.3 对阔叶各类杂草防效的影响 由表4可知,3种喷雾助剂与常规不减药处理对卷茎蓼、反枝苋防效相当,鲜重防效均达到90%左右,施倍丰对2种草防效最好,鲜重防效和株防效都达90%以上,激健和速捷在封闭15 d时对两种草防效低,株防效甚至不到60%,但到茎叶处理45 d时,防效显著提高,达到90%。3种喷雾助剂对苣荬菜防效最差,其中对苣荬菜鲜重防效和株防效最好的是施倍丰,最高株防效88.3%,最高鲜重防效83.3%,对苣荬菜防效最差的是激健和常规不减药处理,防效不到60%。对藜防效最好的是施倍丰,无论株防效还是

鲜重防效,均都达到90%,激健对藜鲜重防效最低,为82.6%。对繁缕鲜重防效最好的是常规不减药处理,防效达到91.7%,对繁缕株防效最高的是速捷和施倍丰,防效90%左右,对繁缕防效最差的是激健,株防效和鲜重防效仅为47.8%和67.2%。对铁苋菜鲜重防效最高的是速捷,防效为90.2%,株防效最高的是施倍丰,为93.8%,常规不减药处理对铁苋菜防效最差,封闭15 d株防效仅为46.1%,茎叶处理45 d鲜重防效71.6%。多数阔叶类杂草土壤封闭15 d防效不理想。

表4 3种助剂对阔叶类杂草防效

Table 4 Control effect of three adjuvants on broad-leaved weeds (%)

杂草类型 Weeds type	杂草防效 Weed control effect	施倍丰 Shibeifeng	激健 Jijian	速捷 Sujie	常规 CK
苣荬菜 <i>Sonchus arvensis</i>	株防效 15 d	74.1 aA	54.2 aA	60.6 aA	52.2 aA
	株防效 30 d	88.3 aA	79.9 aA	81.2 aA	87.0 aA
	鲜重防效 45 d	83.3 aA	55.8 bA	62.3 abA	61.4 abA
卷茎蓼 <i>Fallopia convolvulus</i>	株防效 15 d	71.3 aA	56.9 aA	65.6 aA	57.5 aA
	株防效 30 d	91.3 aA	86.3 aA	82.9 aA	82.5 aA
	鲜重防效 45 d	93.9 aA	88.6 aA	89.4 aA	88.7 aA
反枝苋 <i>Amaranthus retroflexus</i>	株防效 15 d	80.2 aA	75.0 aA	68.8 aA	86.5 aA
	株防效 30 d	88.7 aA	75.0 aA	85.6 aA	88.8 aA
	鲜重防效 45 d	91.9 aA	91.6 aA	93.4 aA	94.1 aA
铁苋菜 <i>Acalypha australis</i>	株防效 15 d	66.4 aA	66.2 aA	68.1 aA	46.1 aA
	株防效 30 d	93.8 aA	88.8 aA	65.0 aA	79.4 aA
	鲜重防效 45 d	79.1 aA	87.2 aA	90.2 aA	71.6 aA
繁缕 <i>Stellaria media</i>	株防效 15 d	71.7 aA	47.8 aA	63.4 aA	66.7 aA
	株防效 30 d	90.0 aA	55.0 aA	91.9 aA	81.3 aA
	鲜重防效 45 d	76.8 aA	67.2 aA	71.1 aA	91.7 aA

续表 4

杂草类型 Weeds type	杂草防效 Weed control effect	施倍丰 Shibeifeng	激健 Jijian	速捷 Sujie	常规 CK
藜 <i>Chenopodium album</i>	株防效 15 d	86.3 aA	82.9 aA	84.2 aA	80.2 aA
	株防效 30 d	94.4 aA	89.0 aA	91.6 aA	93.3 aA
	鲜重防效 45 d	91.9 aA	82.6 aA	86.5 aA	88.4 aA

2.2 3 种喷雾助剂减药处理对大豆农艺性状和产量的影响

由表 5 可知,3 种喷雾助剂对于大豆株高、荚数、百粒重等农艺性状影响与常规不减药对照比较没有显著差异。激健对产量的影响最大,高达 2 381.33 kg·hm⁻²,增产 4.47%,其次是施倍丰,2 300 kg·hm⁻²,增产 1.6%,速捷与常规相当,没有增产。添加 3 种喷雾助剂减药 25% 的处理与常规不减药对照比较,没有影响大豆株高、荚数、百粒重等性状,没有减少产量。

表 5 减药处理对产量及产量构成因素的影响

Table 5 Effects of reducing treatments on biological characters and yield of soybean

处理 Treatment	株高 Plant height /cm	单株荚数 Pods per plant	单株粒数 Seeds per plant	百粒重 100-seed weight /g	产量 Yield /(kg·hm ⁻²)	与对照比增产 Increased ratio compared with CK/%
施倍丰 Shibeifeng	97.05 aA	24.92 aA	57.42 aA	20.34 aA	2314.00 aA	1.60 aA
激健 Jijian	97.09 aA	24.52 aA	56.97 aA	21.13 aA	2381.33 aA	4.47 aA
速捷 Sujie	94.20 aA	23.41 aA	55.23 aA	20.35 aA	2271.33 aA	-0.19 aA
常规 CK	95.54 aA	24.82 aA	59.57 aA	20.11 aA	2282.00 aA	

2.3 3 种喷雾助剂减药处理对大豆收益的影响

由表 6 可知,3 种减药处理的药剂成本与常规不减药处理的药剂成本比较,激健成本最高,为 454.51 元·hm⁻²,其次是常规对照 368.2 元·hm⁻²,施倍丰成本最低,为 318.5 元·hm⁻²。大豆收入按 3.5 元·kg⁻¹ 计算,添加 3 种喷雾助剂减药处理的大豆收入均能达到8 000元·hm⁻²左右,激健最高,达到 8 334元·hm⁻²,其次是施倍丰8 033元·hm⁻²,速捷收入最低,为7 949.67元·hm⁻²。与常规不减药对照的纯收益相比,激健增效 3.43%,施倍丰增效 2.12%,速捷与对照相当,没有增效,3 种助剂在大豆生产中能够减药量、不减产量、不减效益。

如果大豆价格能以质论价,添加 3 种助剂减药处理的大豆按 4.0 元·kg⁻¹,常规不减药处理的大豆按 3.5 元·kg⁻¹ 计算,则添加 3 种助剂的大豆收入均能达到9 000元·hm⁻²以上,激健最高可达9 525 元,增效达 19.06%,速捷增效最低也达 15% 左右,显著高于常规不减药处理,经济效益非常可观。

表 6 减药处理对大豆收益的影响

Table 6 Effects of reducing treatments on soybean income and synergism

处理 Treatment	药剂成本 Herbicide cost /(yuan·hm ⁻²)	各处理大豆均为 3.5 元·kg ⁻¹ All the soybeans were 3.5 yuan·kg ⁻¹				减药大豆 4.0 元·kg ⁻¹ , 常规不减药大豆 3.5 元·kg ⁻¹ Reduced by 4.0 yuan·kg ⁻¹ and convention by 3.5 yuan·kg ⁻¹	
		大豆收入	增效	大豆收入	增效	大豆收入	增效
		Soybean income /(yuan·hm ⁻²)	Increased benefit /%	Soybean income /(yuan·hm ⁻²)	Increased benefit /%	Soybean income /(yuan·hm ⁻²)	Increased benefit /%
施倍丰 Shibeifeng	318.50	8099.00 aA	2.12 aA	9256.00 bA	17.30 aA		
激健 Jijian	454.51	8334.55 aA	3.43 aA	9525.33 bA	19.06 aA		
速捷 Sujie	334.51	7949.67 aA	-0.05 aA	9085.33 bA	14.86 aA		
常规 CK	368.20	7987.00 aA	-	7987.00 aA	-		

3 讨 论

试验选择的 3 种喷雾助剂对有益生物毒性低、对作物毒害小,是环境友好型喷雾助剂,3 种助剂对

药剂不同处理方式和不同杂草种类防效不同。助剂对封闭处理效果逊于茎叶处理效果,尤其对阔叶杂草防效不理想,除了与除草剂性能等有关,还与前期气候条件干旱且苗情、草势复杂相关,所以大

豆除草不提倡一次施药的方式。助剂施倍丰土壤封闭效果优于其它 2 种助剂,可能其促进土壤处理剂解吸附能力较好^[25-26]。施倍丰对禾本科杂草和阔叶杂草的茎叶处理防效都很稳定,尤其速效性表现突出,与有机硅类助剂能在很短的时间内降低溶液的表面张力有关,极短时间内药液在靶标植物叶片上达到最大覆盖,表现超强的展布能力^[20,27]。助剂激健由吐温类表面活性剂组成的一种食品级多元醇型非离子表面活性剂,能使药液一段时间内维持水合态和溶解态,使溶液能以更高的速率跨角质层进行扩散,利于药剂吸收^[28],其对禾本科杂草防效与施倍丰相当。助剂速捷起效慢,土壤封闭效果差,但茎叶处理持效性好,与植物油型助剂能防止液滴过快干燥、增强植物气孔和角质层对液滴中农药成分吸收有关^[29]。植物表面的亲疏水特性结构、不同种类助剂对靶标作物上的药剂承载量^[30]的影响是药效差异的重要因素。

依据杂草种类、施药处理方式等选择助剂。当田间杂草种类复杂,杂草防除压力大时,选择施倍丰,效果好、速度快、产投比高;当田间防除压力小时,选择激健或速捷,激健产量高、增效多,速捷更安全。当前大豆定价条件下,3 种助剂对大豆收益的影响差异不显著,以大豆市场收购均价 3.5 元·kg⁻¹ 计算,利润仅增加 0~5% 左右,对引导农民实施减药技术的作用小。现行的大豆补贴政策与大豆种植面积相关,补贴方式单一^[31],农产品收购中分级标准设计不合理^[32],如果增加鼓励降低农药使用的补贴,大豆收购中设计更多的分级标准,以 3 个减药处理高出常规对照 0.5 元·kg⁻¹,农民就能增加 15% 的收益,减药处理的收益才会显著高于常规不减药处理,只有这样才能真正推广农药减施技术,促进农民减药种植的积极性,提高农产品品质。

4 结 论

添加 3 种喷雾助剂,能使除草剂减量 25%,杂草防效效果与常规不减药效果相当,杂草防效能持续茎叶处理 45 d,防效达 90%。依据杂草种类、施药处理方式等选择助剂,有机硅类助剂施倍丰防效稳定,速效性好,非离子表面活性剂激健增效好,植物油助剂速捷安全性更高。3 种助剂减药处理没有影响大豆株高、荚数、百粒重等性状,与不减药常规处理比较,没有影响大豆产量,没有降低大豆收益。添加 3 种喷雾助剂对除草剂具有减量增效作用,这种除草剂减施技术可以在适宜区域示范应用。

参考文献

[1] 喻义洪. 建立新型的粮食安全观课题研究报告[C]//建立新

型的粮食安全观五、粮食自给率目标研究——新型粮食安全观的度量标准. 北京:中国经济改革研究基金会, 2017:18. (Yu Y H. Establishment of a new concept of food security research report[C]// Establishment of a new concept of food security. Fifth, study on the target of grain self-sufficiency rate-the measurement standard of a new concept of food security. Beijing: China Economic Reform Research Foundation, 2017:18.)

[2] 黑龙江省农垦总局统计局. 黑龙江垦区统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2018:8. (Statistical Bureau of Heilongjiang General Administration of Agriculture and Reclamation. Statistical yearbook of heilongjiang reclamation area[M]. Beijing:China Statistics Publishing House, 2018:8.)

[3] 袁立兵,杜鹏程,王华,等. 2 种土壤处理除草剂对玉米的安全性[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(22): 116-117. (Yuan L B, Du P C, Wang H, et al. Security of two soil applied herbicides to maize[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(22): 116-117.)

[4] 张明波,何付丽,李灼,等. 乙草胺对大豆幼苗生理生化特性的影响[J]. 大豆科学, 2014, 33(2): 290-292. (Zhang M B, He F L, Li Z, et al. Effect of acetochloron physiological and biochemical characteristics of soybean seedlings[J]. Soybean Science, 2014, 33(2): 290-292.)

[5] 郑景瑶,王百慧,岳中辉,等. 氟磺胺草醚对黑土微生物数量及酶活性的影响[J]. 植物保护学报, 2013, 40(5): 468-472. (Zheng J Y, Wang B H, Yue Z H, et al. Effects of fomesafen on microorganism quantity and enzyme activities in black soil[J]. Journal of Plant Protection, 2013, 40(5): 468-472.)

[6] 马晓峰. 提高农药利用率的技术[J]. 植物医生, 2018, 31(4): 49-51. (Ma X F. Technologies for improving pesticide utilization[J]. Plant Doctor, 2018, 31(4): 49-51.)

[7] 肖晓华. 农药利用率的影响因子及其应对措施[J]. 南方农业, 2017, 11(7): 5-7. (Xiao X H. Influencing factors of pesticide utilization rate and its countermeasures[J]. South China Agriculture, 2017, 11(7): 5-7.)

[8] 邵振润,张帅. 提高我国农药利用率的主要措施与对策[J]. 农药, 2014, 53(5): 382-385. (Shao Z R, Zhang S. Main measures of improving pesticide using efficiency[J]. Agrochemicals, 2014, 53(5): 382-385.)

[9] 王奕,杜凤沛. 提高农药利用率是农药减量的核心技术[J]. 营销界(农资与市场), 2016(6): 57-59. (Wang Y, Du F P. Improving the utilization rate of pesticides is the core technology of pesticide reduction[J]. Marketing (Agricultural Resources and Markets), 2016(6): 57-59.)

[10] 刘支前. 农药桶混助剂的选择原理[J]. 农药, 2002, 42(9): 1-3. (Liu Z Q. Principles for selecting tank-mix adjuvants[J]. Agrochimeicals, 2002, 42(9): 1-3.)

[11] 鲁梅,王金信,王云鹏,等. 除草剂助剂对药液物理性状及对磺草酮药效的影响[J]. 农药学学报, 2004, 6(4): 78-82. (Lu M, Wang J X, Wang Y P, et al. The effect of herbicide adjuvants on the physical characteristics and the bioactivity of sulcotrione[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2004, 6(4): 78-82.)

[12] Harrison S K, Dexter A Q, Crafts A S. Influence of adjuvants and application variables on postemergene weed control with bentazon and sethoxydim[J]. Weed Science, 2003, 38(6): 462-466.

[13] 张宇, 张利萍, 郑成. 农药助剂用有机硅表面活性剂的特性及用途[J]. 材料研究与应用, 2008, 2(4): 424-427. (Zhang Y, Zhang L P, Zheng C. Silicone surfactant for adjuvant of pesticide[J]. Materials Research and Application, 2008, 2(4): 424-427.)

[14] 华乃震. 特种农用助剂应用和增效作用[J]. 世界农药, 2010, 32(1): 44-47. (Hua N Z. Application and synergized action of special pesticides adjuvant [J]. World Pesticides, 2010, 32(1): 44-47.)

[15] 赵祖培. 农药助剂用有机硅表面活性剂(上)[J]. 农药译丛, 1994(6): 34-42. (Zhao Z P. Silicone surfactants for pesticide auxiliaries (Part I) [J]. Pesticide Translation Series, 1994(6): 34-42.)

[16] 张春华, 张宗俭, 刘宁, 等. 农药喷雾助剂的作用及植物油类喷雾助剂的研究进展[J]. 农药科学与管理, 2012, 33(11): 16-18. (Zhang C H, Zhang Z J, Liu N, et al. Role of pesticide spray additives and research progress of spray additives for vegetable oils [J]. Pesticide Science and Administration, 2012, 33(11): 16-18.)

[17] 廖洪流. 有机硅助剂在农业中的应用进展[J]. 精细与专用化学品, 2008(14): 26-27. (Liao H L. Progress in the application of silicone additives in agriculture [J]. Fine and Specialized Chemicals, 2008(14): 26-27.)

[18] 叶小利, 李学刚, 陈时洪, 等. 表面活性剂对大豆叶面气孔和蜡质层影响研究[J]. 大豆科学, 2000, 19(1): 49-56. (Ye X L, Li X G, Cheng S H, et al. The effects of surfactants on stomata and epicuticular wax structure of soybean [J] Soybean Science, 2000, 19(1): 49-56.)

[19] 王金信, 鲁梅. 除草剂助剂的研究进展[J]. 世界农药, 2008(1): 34-39. (Wang J X, Ru M. Dvance in researches of herbicide adjuvant[J]. World Pesticides, 2008(1): 34-39.)

[20] 蒋凌雪, 马红, 陶波. 农药助剂的安全性评价[J]. 农药, 2009, 48(4): 235-238. (Jiang L X, Ma H, Tao B. Safety evaluation of pesticide adjuvant[J]. Agrochemicals, 2009, 48(4): 235-238.)

[21] 卢向阳, 徐筠, 陈莉. 几种除草剂药液表面张力、叶面接触角与药效的相关性研究[J]. 农药学学报, 2002(3): 67-71. (Lu X Y, Xu Y, Chen L. Correlation of surface tension, leaf contact angle and pharmacodynamics of several herbicides[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2002(3): 67-71.)

[22] Harnson S K, Dexter A G, Crafts A S. Influence of adjuvants and application variables on postemergene weed control with bentazon and sethoxydim[J]. Weed Science, 2003, 38(6): 462-466.

[23] 华乃震. 油类助剂及油类在农药中的应用和前景(I)[J]. 农药, 2013, 52(1): 7-10. (Hua N Z. Application and prospect of oils adjuvant and oils in pesticide(I)[J]. Agrochemicals, 2013, 52(1): 7-10.)

[24] 安国栋, 耿鹏, 胡美英, 等. 植物油助剂在农药领域中的研究进展[J]. 农药, 2012, 51(8): 558-561. (An G D, Geng P, Hu M Y, et al. Research advance in plant oil as pesticide adjuvant [J]. Agrochemicals, 2012, 51(8): 558-561.)

[25] 叶常明. 除草剂在土壤中的吸附行为研究[J]. 环境污染治理技术与设备, 2002(5): 1-6. (Ye C M. Study on adsorption behavior of herbicides in soils [J]. Techniques and Equipment for Environmental Pollution Control, 2002(5): 1-6.)

[26] 马鸿. 助剂对土壤处理除草剂除草活性的影响及增效机理初探[D]. 哈尔滨: 东北农业大学, 2004. (Ma H. Effection of adjuvants on activity of soil-applied herbicides and it's mechanism [D]. Harbin: Northeast Agricultural University, 2004.)

[27] 杨学茹, 黄艳琴, 谢庆兰. 农药助剂用有机硅表面活性剂[J]. 有机硅材料, 2002, 16(2): 25-29. (Yang X R, Huang Y Q, Xie Q L. Silicone surfactant for adjuvant of pesticide[J]. Silicone Materia, 2002, 16(2): 25-29.)

[28] D Stock, P J Holloway. Possible mechanisms for surfactant-induced foliar uptake of agrochemicals[J]. Pesticide Science, 1993, 38(2-3): 165-177.

[29] Xu L Y, Zhu H P, Ozkan H E, et al . Droplet evaporation and spread on waxy and hairy leaves associated with type and concentration of adjuvants[J]. Pest Mangement Science, 2011, 67(7): 842-851.

[30] 卢向阳, 徐筠. 两种喷雾助剂对氟磺胺草醚在反枝苋上的吸收和药效的影响[J]. 农药学学报, 2006, 8(2): 162-166. (Lu X Y, Xu J. Influence of two spray adjuvants on uptake and efficacy of Fomesafen on red-root, *Amaranthusretroflexus*[J]. Chinese Journal of Pesticide Science, 2006, 8(2): 162-166.)

[31] 刘力宇. 中美贸易战下国际大豆价格波动、影响及中国策略[J]. 价格月刊, 2019(1): 23-26. (Liu L Y. Price fluctuation and the impact of international soybean under the Sino- US trade war and strategy of China [J]. Prices Monthly, 2019(1): 23-26.)

[32] 周适, 刘泉红, 付文斌. 实现优质优价的问题、根源和对策研究[J]. 价格理论与实践, 2018(9): 14-19. (Zhou S, Liu Q H, Fu W B. Study on achieving high quality and good price[J]. Price Theory and Practice, 2018(9): 14-19.)