



王英秀,杨静,林瑞鹏,等.烟嘧磺隆与三种助剂可混性及对玉米田金狗尾草防效的研究[J].黑龙江农业科学,2025(1):28-33.

烟嘧磺隆与三种助剂可混性及对玉米田金狗尾草防效的研究

王英秀,杨 静,林瑞鹏,孔祥清

(黑龙江八一农垦大学 农学院,黑龙江 大庆 163319)

摘要:为了研究助剂对除草剂的增效作用,在室内进行了 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加助剂试验,添加异辛醇聚氧乙烯聚氧丙烯醚(HPP)、甲酯化植物油和迪增 3 种助剂,研究添加助剂后对除草剂表面张力、扩展直径、接触角的影响;在田间进行了 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆与 3 种助剂桶混喷雾,调查对玉米的安全性及对金狗尾草的株数防效及鲜重防效。结果表明, $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆与各助剂混用后对玉米安全, $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加 3 种助剂后,药液表面张力下降、扩展直径提高、接触角下降。施药后 30 d, $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ + 迪增 $0.375\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ + 甲酯化植物油 $0.525\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 的株数防效均在 80% 以上,鲜重防效均在 90% 以上。说明 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆常规用量与高量的迪增和甲酯化植物油混用能够提高对玉米田金狗尾草的株数防效和鲜重防效。

关键词:玉米;烟嘧磺隆;助剂;金狗尾草;防治效果

近年来,黑龙江省由于常年使用烟嘧磺隆防除玉米田杂草,导致杂草抗药性增强,防效下降,为提高药效,农户盲目加大用量,导致杂草抗性迅速增加,且对部分杂草的防效不理想,用量增加还可能增加玉米药害及下茬作物的残留药害风

险^[1]。针对烟嘧磺隆的应用现状,目前提高烟嘧磺隆的防治效果、延缓杂草抗药性的发展对延长烟嘧磺隆的使用寿命及对保障玉米生产具有重要意义。同时,除草剂在使用中由于受到环境条件、杂草表观结构及药剂自身特性等因素的影响致使

收稿日期:2024-04-07

基金项目:黑龙江省应用技术与开发计划(GA19B104);黑龙江八一农垦大学研究生创新创业项目(YJSCX2022-Y18)。

第一作者:王英秀(1998—),女,硕士研究生,从事农药应用研究。E-mail:2352510643@qq.com。

通信作者:孔祥清(1963—),男,硕士,教授,从事农药应用科研及教学工作。E-mail:xqkong@sina.com。

Selection of Rice Varieties Suitable for Dry Direct Seeding in Middle and Late Maturity Areas of Heilongjiang

LIU Qing, GAO Shiwei, LIU Yuqiang, CHANG Huilin, MA Cheng, WANG Jingze, NIE Shoujun

(Suihua Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Suihua 152000, China)

Abstract: In order to promote the breeding and application of new rice varieties suitable for dry direct seeding, a field experiment was conducted using 26 main cultivated rice varieties in the second, third, and fourth cumulative zones of Heilongjiang Province as test materials. The experiment used a field plot design to study the growth and development characteristics, emergence, maturity, lodging resistance, yield and yield components, and quality differences among the test varieties, with the aim of selecting rice varieties suitable for dry direct seeding in the mid to late maturing areas of Heilongjiang Province. The results showed that Suijing 25, Suijing 306, Longqingdao 8, Longqingdao 5, Longjing 66, Longjing 31, Suijing 27, Suijing 103, Suijing 18, Longjing 1624, and Suijing 309 exhibited high seedling emergence rates and the seedlings emerge neatly. Suijing 18, Longjing 31, Longjing 1624, Suijing 27, and Longqingdao 5 had shown strong lodging resistance, high yield, and excellent quality. In addition, varieties with actual yields of over $7\ 400\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ were screened, including Suijing 106, Sanjiang 6, Suijing 18, Longjing 31, Suijing 27, Longjing 1624, Longqingdao 8, Longqingdao 5, and Suijing 309. In summary, Suijing 18, Longjing 31, Longjing 1624, Suijing 27, and Longqingdao 5 can be used as dry direct seeding varieties in mid to late maturing areas.

Keywords: Heilongjiang Province; mid to late maturity; rice; dry direct seeding; variety screening

药液不能在杂草表面良好地铺展、持留和吸收,往往导致一些茎叶处理除草剂存在对杂草防除效果下降、有效成分利用率不高等问题^[2]。金狗尾草[*Setaria glauca* (L.) Beauv.]已成为玉米田难治杂草,金狗尾草在黑龙江省玉米田一般可以导致玉米减产达20%~30%,严重的高达40%以上,已成为影响玉米优质高产的主要障碍之一。金狗尾草生长繁殖速度快、抗高温、不挑土壤,具有较强的吸收土壤水分和营养的能力^[3-5]。此外,金狗尾草种子存在休眠期,种子寿命长以及非连续性萌发会造成发生不整齐、繁殖率高、分蘖和根系扩展快、抗药性及耐受性强^[6]。喷雾助剂是在除草剂喷洒时添加在药液中的辅助制剂,可以有效改善除草剂药液性能,提高除草剂利用率和杂草防效^[7]。添加助剂是提高除草剂药效与减量安全应用的重要技术途径。茎叶喷雾助剂通过改变药液物理性状增加药剂的防效,包括降低表面张力和接触角,增加扩展直径,进而增加植物叶片与药液的接触面积与时间,提高雾滴的粘着、展布与润湿,从而增加除草剂的利用率^[8-10]。进而增加防效,达到降低农药用量和减少环境污染的目的。冉海燕等^[11]研究表明,30%硝磺草酮·莠去津 OD、31.5%烟嘧磺隆·莠去津 SC、28%烟嘧磺隆·莠去津·氯氟吡氧乙酸 OD、42%烟嘧磺隆·莠去津·异丙甲草胺 OD 添加增效剂激健混配施用,对玉米田马唐、金狗尾草等禾本科杂草防效有所提高。因此,大力推广新型植物油等高效助剂,减少除草剂用量,提高药效和对作物安全性很有必要^[12]。

本研究采用 40 g·L⁻¹ 烟嘧磺隆添加异辛醇聚氧乙烯聚氧丙烯醚(HPP)、甲酯化植物油和迪增 3 种助剂来提高对金狗尾草的防除效果,目前尚未见有关这 3 种助剂对烟嘧磺隆的增效作用及其增效机制的报道。因此,将上述 3 种助剂分别混入烟嘧磺隆中,通过理化性能测试及田间药效评价,研究其对除草剂的增效作用,以期筛选出与烟嘧磺隆混用表现较好的助剂及剂量配方。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验于 2023 年在黑龙江八一农垦大学安达农业科技园区开展。土质为草甸黑钙土,pH8.32,碱解氮 103.964 mg·kg⁻¹,有效磷 15.65 mg·kg⁻¹,速效钾 598.65 mg·kg⁻¹,有机质含量 3.54%。前茬玉米,地势平整,肥力均匀,深松旋耕起垄,垄距 65 cm,播种前垄上深施复混肥(氮-磷-钾 26-12-12)40 kg·(667 m²)⁻¹,无追肥。4 月 28 日机械播种,垄上单行,播种密度 6.75 万株·hm⁻²,试

验区 6 月 12 日苗后施药,10 月 12 日收获。试验田块目标杂草为金狗尾草。

1.2 材料

1.2.1 供试玉米 玉米品种为安育 118,该品种生育期为 120 d 左右,活动积温 2 450 ℃左右,株高 278 cm,成株 16 片叶,籽粒马齿形。中抗大斑病,高抗茎腐病。适宜在黑龙江省第二积温带≥10 ℃活动积温 2 600 ℃以上区域种植。

1.2.2 供试药剂及助剂 40 g·L⁻¹ 烟嘧磺隆油悬剂,山东滨农科技有限公司生产;HPP(异辛醇聚氧乙烯聚氧丙烯醚),上海汇平化工有限公司;甲酯化植物油,山东光扬生物科技有限公司;迪增(水基化植物油),哈尔滨银禾生物科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 烟嘧磺隆与不同助剂的可混性及安全性研究 烟嘧磺隆与不同助剂可混性农药配置:设置 40 g·L⁻¹ 烟嘧磺隆单药剂处理(CK)和 40 g·L⁻¹ 烟嘧磺隆与 3 个不同助剂的复配可混性农药处理,具体用量详见表 1。将烟嘧磺隆按照表 1 中的剂量,配制成大田喷雾使用的浓度,振荡摇匀后备用,取出 30 mL 除草剂药液分别加入不同助剂振荡摇匀后待测。

可混性等级观察:分别加入不同供试助剂,搅匀后倒入 10 mL 试管中静置,并开始计时,每 30 min 观察 1 次,共观察 2 次,每次观察药液的均一度、溶液上层是否析出油层、溶液底部是否有沉淀、溶液下部分是否上浮、药液中是否有絮状物产生等,根据溶液的均一度记录溶液的可混性等级。

表 1 烟嘧磺隆及助剂浓度

供试药剂	浓度/(mL·L ⁻¹)
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆	10.0
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+HPP	10.0+1.0
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	10.0+3.0
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+迪增	1.50+2.0

可混性等级制定标准参考文献[13]。可混性 4 级:溶液均一度极好,未见分层、沉淀、絮状物等。可混性 3 级:溶液均一度良好,可见析出的少许未成覆盖面的油、或微量沉淀和絮状物等。可混性 2 级:溶液均一度较差,上层析出薄油层、或少量沉淀和絮状物等。可混性 1 级:溶液均一度极差,上层析出较厚油层,或产生较多絮状物、沉淀等。

表面张力的测定:根据 GB/T 5549—2010 中的拉起液膜法^[14],使用全自动界面张力仪来测定药液的表面张力,3 次重复取均值。

扩展直径和接触角的测定:将混好的不同药

液加入到微量进样器中,设置药滴体积为 5 μL ,启动测量仪,测量仪自动推出微量进样器中的药液,并启动相机系统拍摄液滴在载玻片表面的影像,相机会自动捕捉液滴的轮廓,读取并记录显示屏上的扩展直径和接触角数据,3 次重复取均值^[13]。

1.3.2 烟嘧磺隆与 3 种助剂混用及对玉米田金狗尾草防治效果研究 试验设计:设置 40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆单一药剂处理和 40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆与

3 种助剂常规用量处理,40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆常规用量和 3 种助剂高用量处理以及 40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 80%常规用量和 3 种助剂高用量处理,各处理设计及具体用量详见表 2。在玉米 4 叶期至 5 叶期,杂草 3 叶期至 5 叶期时按照试验设计剂量(表 2)进行茎叶喷雾处理,喷液量 150 $\text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$,各处理小区面积 20 m^2 ,3 次重复,随机区组排列。

表 2 40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆及 3 种助剂混配各处理有效成分用量

处理	供试药剂	有效成分用量/ $(\text{g}\cdot\text{hm}^{-2})$	备注
CK	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆	60.0	常规用量
1	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+HPP	60.0+0.150	常规用量烟嘧磺隆+常规用量 HPP
2	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+HPP	60.0+0.225	常规用量烟嘧磺隆+高用量 HPP
3	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+HPP	48.0+0.225	80%常规用量烟嘧磺隆+高用量 HPP
4	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	60.0+0.450	常规用量烟嘧磺隆+常规用量甲酯化植物油
5	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	60.0+0.525	常规用量烟嘧磺隆+高用量甲酯化植物油
6	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	48.0+0.525	80%常规用量烟嘧磺隆+高用量甲酯化植物油
7	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+迪增	60.0+0.300	常规用量烟嘧磺隆+常规用量迪增
8	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+迪增	60.0+0.375	常规用量烟嘧磺隆+高用量迪增
9	40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+迪增	48.0+0.375	80%常规用量烟嘧磺隆+高用量迪增

安全性调查:喷施 3 d 后开始观察玉米生长情况,每 3 d 调查 1 次,如有药害,记录药害情况,同时观察对作物后期的长势影响。

防效调查:施药前调查杂草基数,施药后 10 和 20 d 调查杂草株防效,施药后 30 d 调查杂草株防效和鲜重防效。采用绝对值(数测)调查法,每个小区中间部分随机选取 4 点取样,每点 0.25 m^2 (0.5 m \times 0.5 m),测定杂草株数和杂草鲜重,计算株防效和鲜重防效。

除草效果(%)=
$$\frac{\text{施药前杂草数量(鲜重)}-\text{施药后杂草数量(鲜重)}}{\text{施药前杂草数量(鲜重)}}\times 100$$

除草效果分级:如表 3 所示,将除草效果共分 11 个级别(0~10),除草效果在 7 级以上的才能看作是除草剂有效,效果低于 7 级(6 级或 5 级)的被看作是除草剂效果不好(不能有效除草)^[15]。本文中以效果低于 70%(6 级)为除草无效。

表 3 除草效果分级

级别	除草效果/%	级别	除草效果/%
0	0	6	70.0
1	2.5	7	85.0
2	5.0	7.5	90.0
2.5	10.0	8	95.0
3	15.0	9	97.5
4	30.0	10	100.0
5	50.0		

1.3.3 数据分析 使用 Excel 2013 进行数据处理与图表制作,使用 SPSS 26 利用 Duncan's 新复极差法进行单因素方差分析。

2 结果与分析

2.1 烟嘧磺隆与 3 种助剂的可混性和表面张力、扩展直径及接触角

2.1.1 可混性等级 由表 4 可知,40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加助剂 HPP、迪增和甲酯化植物油,各混用溶液均一度极好,未见分层、沉淀、絮状物等,可混性等级均为 4 级。

表 4 烟嘧磺隆与 3 种助剂的可混性

除草剂	助剂	可混性等级	
		0 min	60 min
40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆	HPP	4	4
40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆	迪增	4	4
40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆	甲酯化植物油	4	4

2.1.2 混合药剂表面张力、扩展直径及接触角 由表 5 可知,40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加 3 种助剂后,与对照比表面张力均有显著下降,降低率由高到低顺序为:40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+HPP、40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+迪增、40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油,分别为 37.6%、35.3%和 32.5%。

40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加 3 种助剂后药剂扩展直径与对照比均显著提高,提高率由高到低顺序为:40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+HPP、40 $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆+

迪增、40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+甲酯化植物油,分别为49.8%、40.2%和23.6%。

40 g·L⁻¹烟嘧磺隆添加3种助剂后接触角均有不同程度下降,与对照比40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+HPP、40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+迪增差异显著,降低率由高到低顺序为:40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+HPP、40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+迪增、40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+甲酯化植物油,分别为37.0%、31.2%和15.6%。

表5 烟嘧磺隆与3种助剂混用对表面张力扩展直径及接触角的影响

除草剂	助剂	表面张力/ (mN·m ⁻¹)	表面张力降低率/ %	扩展直径/ mm	扩展直径提高率/ %	接触角/ °	接触角降低率/ %
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆	—	29.5 a	—	25.9 c	—	27.6 a	—
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆	HPP	18.4 c	37.6	38.8 a	49.8	17.4 c	37.0
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆	迪增	19.1 bc	35.3	36.3 ab	40.2	19.0 bc	31.2
40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆	甲酯化植物油	19.9 b	32.5	32.0 b	23.6	23.3 ab	15.6

注:不同小写字母表示处理间在P<0.05水平差异显著。下同。

2.2 烟嘧磺隆与3种助剂不同量混用对玉米安全性及杂草防效的影响

2.2.1 安全性 各药剂处理中玉米均未出现药害症状,生长正常,说明40 g·L⁻¹烟嘧磺隆以及添加供试助剂对玉米安全。施药后金狗尾草出现药害,症状表现为杂草叶片心叶变黄,叶片触感柔软,杂草几乎停止生长。

2.2.2 烟嘧磺隆与3种助剂混用对玉米田金狗尾草的防治效果 由表6可知,施药后10 d,各药剂处理金狗尾草的株数防效低于70%,表现为无药效;除处理3(80%剂量40 g·L⁻¹烟嘧磺隆+高剂量HPP)外,所有混合药剂处理的株数防效均高于CK,但只有处理8与CK具有显著性。说明40 g·L⁻¹烟嘧磺隆常规剂量下添加3种助剂有增效作用,复混高剂量迪增,增效显著。

施药后20 d,单独施用40 g·L⁻¹烟嘧磺隆的CK处理对金狗尾草株数防效为57.7%仍低于70%,表现为无药效;40 g·L⁻¹烟嘧磺隆常规剂量与3种助剂的复混药剂处理株数防效均高于

CK,且表现为复配高剂量助剂处理的防效高于复配常规剂量助剂处理,说明提高助剂用量可以提高株数防效。所有复配药剂处理中处理2和处理8的株数防效分别为71.4%和73.8%,均高于70%。说明40 g·L⁻¹烟嘧磺隆常规剂量与高剂量的HPP和迪增复混对金狗尾草具有一定药效。而40 g·L⁻¹烟嘧磺隆80%常规用量添加3种助剂情况下,除草效果均低于CK(烟嘧磺隆单用)处理,说明减少烟嘧磺隆用量会降低药效。

施药后30 d,由于施药后连续降雨,杂草持续萌发,40 g·L⁻¹烟嘧磺隆单用株数防效低于施药后20 d的防效,而其他复配药剂处理的株数防效均高于药后20 d对应株数防效;处理1、处理2、处理3、处理5和处理8的株数防效(72.7%~84.7%)均显著高于CK,其中处理5和处理8防效超过80%。

40 g·L⁻¹烟嘧磺隆80%常规用量复配高剂量助剂处理中处理3(72.2%)和处理6(69.3%)高于CK,而处理9(47.1%)低于CK。

表6 烟嘧磺隆与3种助剂混用对金狗尾草防效的影响

处理	供试药剂	施药商品量/ (L·hm ⁻²)	株数防效/%			药后30 d 鲜重防效/%
			药后10 d	药后20 d	药后30 d	
CK	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆	1.50	4.6±2.4 b	57.7±14.2 ab	49.5±10.7 cd	70.0±5.2 b
1	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+HPP	1.50+0.150	15.9±7.3 ab	65.6±0.0 ab	76.4±5.4 ab	85.0±5.1 a
2	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+HPP	1.50+0.225	10.0±4.3 ab	71.4±2.5 ab	74.7±5.5 ab	93.2±0.9 a
3	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+HPP	1.20+0.225	3.5±0.7 b	45.7±14.4 ab	72.2±3.9 ab	93.2±3.8 a
4	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	1.50+0.450	10.4±2.6 ab	61.9±1.8 ab	63.4±1.4 bcd	92.9±4.4 a
5	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	1.50+0.525	13.2±4.5 ab	64.5±20.3 ab	80.9±6.4 ab	94.7±0.6 a
6	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+甲酯化植物油	1.20+0.525	13.6±3.9 ab	49.6±7.4 ab	69.3±2.1 abc	85.4±7.0 a
7	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+迪增	1.50+0.300	10.6±2.1 ab	61.4±4.0 ab	66.9±2.9 abcd	91.5±4.1 a
8	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+迪增	1.50+0.375	20.2±7.0 a	73.8±15.1 a	84.7±4.9 a	94.3±2.0 a
9	40 g·L ⁻¹ 烟嘧磺隆+迪增	1.20+0.375	5.5±2.5 b	35.3±8.8 b	47.1±9.3 d	93.0±4.6 a

由表6可知,施药后30 d,单独施用 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆的CK处理对金狗尾草的鲜重防效为70.0%,有一定药效;所有复配药剂处理的鲜重防效(85.0%~94.7%)均显著高于CK,其中处理1(85.0%)和处理6(85.4%)略低于其他复配药剂处理,其他复配药剂处理鲜重防效均高于90.0%,药效较好;说明 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 添加3种助剂能够有效地抑制金狗尾草的生长。

在80%常规用量, $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆处理(处理3、处理6和处理9)的鲜重防效分别为93.2%、85.4%和93.0%。说明 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆在减量20%后添加高量的助剂依然能够有效地抑制金狗尾草的生长。

3 讨论

助剂可以调节除草剂药液的表面张力,增加雾滴与杂草表面的接触面积和亲和性,提高药液在杂草表面附着、展布、沉积、渗透和吸收,进而提高除草剂杂草防除效果和利用率^[16]。本研究比较了3种助剂对烟嘧磺隆药液特性的调节作用,其中HPP对烟嘧磺隆药液表面张力的降低作用显著高于油类助剂迪增和甲酯化植物油。药液表面张力的降低往往会提升雾滴在杂草表面湿润性能,降低与叶片的接触角,提高雾滴的铺展面积,但表面张力过低也会造成药液流失的风险^[17]。本研究中HPP对烟嘧磺隆药液接触角的降低作用显著,且能够显著增加液滴的扩展直径,而油类助剂递增和甲酯化植物油对降低药液的表面张力和接触角、增加液滴的扩展直径的改善幅度不及HPP。

$40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ +迪增 $0.375\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ +甲酯化植物油 $0.525\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 对玉米田金狗尾草的防效较好,这可能与助剂对药液的附着性能改善有关^[8]。本研究也发现HPP助剂虽然可以有效改善药液性能,但对烟嘧磺隆的增效作用表现不佳。油类助剂迪增和甲酯化植物油对烟嘧磺隆药液的改善效果较好,能够有效提高烟嘧磺隆对金狗尾草的防效,可以作为烟嘧磺隆的有效助剂选择使用,这与刘小民等^[18-19]的研究相似。此外,刘小民等^[18]发现烟嘧磺隆添加助剂可以在减量条件下保证杂草防效和玉米的安全性。张崎峰^[20]研究发现,河北农业大学提供的助剂效果要

优于甲酯化大豆油增效剂。本研究表明,在降低烟嘧磺隆用量20%的条件下添加迪增和甲酯化植物油可以保证防除金狗尾草防效和玉米产量。

近年来,我国助剂的种类和品种逐渐增多,在农药的减量施用和精准施药中也发挥了较大作用^[21-23]。本研究探究了3种助剂对烟嘧磺隆药液特性的调节作用和增效减量作用,明确了烟嘧磺隆的有效增效助剂,为烟嘧磺隆专用助剂的筛选及除草剂助剂合理选择与应用提供参考依据。但金狗尾草叶片表面结构会影响到除草剂药液的亲和性^[24]。在实际应用中还需要根据除草剂及金狗尾草的特性合理选择更有效的助剂,才能更好地防除金狗尾草。

4 结论

$40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加HPP、甲酯化植物油和迪增3种助剂后,药液表面张力下降、扩展直径提高、接触角下降,说明 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆添加助剂后可以提高农药利用率。

施药后30 d,在 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆常规用量、助剂高用量的情况下,株防效和鲜重防效均高于 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆常规用量加助剂常规用量,其中处理8($40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ +迪增 $0.375\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$)、处理5($40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ +甲酯化植物油 $0.525\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$)的株防效均在80%以上,鲜重防效均在90%以上。说明烟嘧磺隆添加高用量的甲酯化植物油或迪增在抑制杂草株数、鲜重方面效果较好。

在玉米田防除金狗尾草时推荐 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ +迪增 $0.375\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 、 $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ 烟嘧磺隆 $1.50\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ +甲酯化植物油 $0.525\text{ L}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。

参考文献:

- [1] 张建华,白文斌,张一中,等.烟嘧磺隆残留对下茬作物高粱生长发育及生理代谢的影响[J].农药,2021,60(9):663-667,673.
- [2] 韩玉军,王月超,孙莹,等.喷雾助剂对烟嘧磺隆药液特性及减施除草活性的调节作用[J].中国生物防治学报,2023,39(4):842-850.
- [3] 丁祖军,张洪进,张夕林,等.玉米田杂草发生规律、经济防除阈值及竞争临界期研究[J].杂草科学,2003,21(2):15-17.
- [4] 张学勇,费继丹,刘能,等.不同土壤粗化度对金色狗尾草生长的影响[J].辽宁大学学报(自然科学版),2015,42(3):270-273.
- [5] 林瑞鹏.金狗尾草种子萌发和活力的测定及人为干扰对其

- 萌发的影响[D]. 大庆:黑龙江八一农垦大学,2023.
- [6] 魏建兵. 草坪禾本科杂草发生规律及化学防除技术研究[D]. 兰州:甘肃农业大学,2002.
- [7] 张春华,张宗俭,姚登峰,等. 桶混助剂在玉米田除草剂减施增效中的应用[J]. 玉米科学,2021,29(4):115-121.
- [8] 张利斌,张庆贺,韩玉军,等. 药液表面张力和黏度对草甘膦药效的影响及其机理研究[J]. 植物保护,2011,37(5):160-163.
- [9] 姚中统,陶波,李松宇. 复合型助剂对不同除草剂的增效作用[J]. 植物保护,2021,47(1):303-308.
- [10] 苏少泉,耿贺利. 茎叶除草剂的吸收与助剂的使用[J]. 农药,2002,41(4):9-14.
- [11] 冉海燕,兰献敏,李鸿波,等. 助剂激健对玉米地不同茎叶处理除草剂的减量增效作用[J]. 江苏农业科学,2021,49(14):95-98.
- [12] 关成宏,董爱书,李海燕. 黑龙江垦区杂草群落演变情况分析及防控要点[J]. 现代化农业,2018(9):2-5.
- [13] 李松宇. 助剂对除草剂增效作用的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2020.
- [14] 中国石油和化学工业协会. 表面活性剂用拉起液膜法测定表面张力:GB/T 5549—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.
- [15] 陈明. 介绍两种化学除草效果的简易评定法[J]. 植物保护,1980,6(4):32.
- [16] 张晨辉,马悦,杜凤沛. 表面活性剂调控农药药液对靶润湿沉积研究进展[J]. 农药学学报,2019,21(S1):883-894.
- [17] 陶波,张宇航,田丽娟,等. 飞防助剂对植保无人飞机喷施除草剂雾滴分布的影响[J]. 植物保护,2021,47(1):108-116.
- [18] 刘小民,许贤,李秉华,等. 喷雾助剂在烟嘧磺隆减量防治玉米田杂草中的应用研究[J]. 玉米科学,2018,26(4):156-161.
- [19] 刘小民,王贵启,许贤,等. 助剂对苯唑草酮增效作用研究[J]. 东北农业大学学报,2014,45(5):64-68.
- [20] 张崎峰. 两种除草剂和助剂组合对玉米田杂草的防效研究[J]. 黑龙江农业科学,2020(5):35-38.
- [21] 岳德成,柳建伟,李青梅,等. 桶混添加辛癸基葡萄糖苷和甲基化植物油对2种玉米田除草剂的减量效应[J]. 西北农业学报,2019,28(4):664-673.
- [22] 付瑞霞,王俊平,董立尧. 4种助剂对异丙隆防除草的增效作用[J]. 植物保护,2021,47(3):70-75.
- [23] 李香菊,崔海兰,陈景超,等. 东北玉米田除草剂减施增效技术途径探讨[J]. 玉米科学,2021,29(3):92-99.
- [24] 王红春,石旭旭,娄远来,等. 助剂对20%氯氟吡氧乙酸乳油润湿性能及对空心莲子草防效的影响[J]. 农药学学报,2015,17(3):334-340.

Miscibility of Nicosulfuron and Three Adjuvants and Control Effect on *Setaria glauca* (L.) Beauv. in Maize Field

WANG Yingxiu, YANG Jing, LIN Ruipeng, KONG Xiangqing

(College of Agriculture, Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing 163319, China)

Abstract: In order to study the synergistic effect of pesticide adjuvants on herbicides, indoor experiments were conducted to investigate the effects of adding $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ nicotinuron with isooctanol polyoxyethylene polyoxypropylene ether (HPP), methylated vegetable oil, and Dizeng as auxiliary agent on its surface tension, expanded diameter, and contact angle. The safety of maize and control effect of $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ nicosulfuron mixed with three kinds of auxiliary agent on the preventing effect for each plant and fresh weight of *Setaria glauca* (L.) Beauv. was investigated in the field. The results showed that the mixing was safe for maize, after added $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ nicotinuron as three auxiliary agent, the surface tension of the drug solution decreased, the expanded diameter increased, and the contact angle decreased. After 30 days of application, the each plant control efficacy of $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ nicotinuron $1.50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ + Dizeng $0.375\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ and $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ nicotinuron $1.50\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ + methylated vegetable oil $0.525\text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$ were both above 80%, and the fresh weight control efficacy was above 90%. The results showed that the conventional dosage of $40\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ nicosulfuron and high amount of increasing and methylated vegetable oil could improve the plant control effect and fresh weight control effect on *Setaria glauca* (L.) Beauv. in maize field.

Keywords: maize; nicosulfuron; auxiliary agent; *Setaria glauca* (L.) Beauv.; prevention and control effect