

张瑞萍,相世刚,刘琪,等. 助剂安融乐对 2 种不同剂型草铵膦除草剂的增效作用[J]. 江苏农业科学,2020,48(4):111-114.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2020.04.018

助剂安融乐对 2 种不同剂型草铵膦除草剂的增效作用

张瑞萍^{1,3},相世刚²,刘琪²,强胜²,夏爱萍¹,魏佳峰¹,李春林¹,宋小玲²

(1. 北京成禾佳信农资贸易有限公司,北京 100025; 2. 南京农业大学生命科学学院杂草研究室,江苏南京 210095;

3. 江苏爱佳福如土壤修复有限公司,江苏南通 226300)

摘要:为了明确以卵磷脂和维生素 E 为有效成分的桶混农用增效助剂安融乐对灭生性除草剂草铵膦的增效作用,在温室下测定了 20% 草铵膦水剂和 18% 草铵膦可溶液剂 6 个剂量单用及其与 0.02% (体积比) 安融乐混用后对杂草野生芥菜 (*Brassica juncea*) 的防除效果,统计中毒症状综合指数并得到回归方程及 ED_{50} 和 ED_{90} 值。结果显示,安融乐与 2 种剂型的草铵膦混用后野生芥菜死亡时间提前 1 d 左右。20% 草铵膦水剂和 18% 草铵膦可溶液剂与安融乐混用处理后, ED_{50} 值 (商品量) 分别降低 207.0、801.0 mL/hm²,增效 23.1% 和 44.8%; ED_{90} 值 (商品量) 分别降低 273.0、397.5 mL/hm²,增效 10.9% 和 12.2%。综上所述,安融乐能有效增加不同剂型草铵膦对野生芥菜的作用速度和防除效果,可作为草铵膦的增效助剂进一步示范和推广。

关键词:安融乐;草铵膦;增效作用;桶混助剂;除草效果;野生芥菜

中图分类号:S482.92 **文献标志码:**A **文章编号:**1002-1302(2020)04-0111-04

草铵膦具有活性高、杀草谱广、作用速度快、低

毒、环境兼容性好等特点^[1],随着草铵膦抗性基因的发现及耐草铵膦转基因大豆、油菜、玉米、棉花、甜菜、烟草等转基因作物的商业化种植^[2-3],草铵膦的使用量呈不断增长态势,目前已经成为非选择性茎叶处理除草剂的第二大品种,也是全球第二大转基因作物耐受除草剂品种^[4]。重复使用同一种除草剂会导致杂草群落的改变,且会加速抗药性杂草的产生,如何科学合理使用除草剂值得深入研究^[5]。

助剂是缓解除草剂对环境污染、延缓抗性杂草

收稿日期:2019-11-18

基金项目:2019 年江苏省“双创”计划;校企合作项目“安融乐对除草剂的增效机理及应用技术研发”(编号:2017392);2019 年江苏省南通市“江海英才”计划。

作者简介:张瑞萍(1981—),女,河北滦县人,博士,研究方向为药肥增效减量技术,E-mail:zhangrp2006@sina.com;共同第一作者:相世刚(1995—),男,硕士研究生,研究方向为除草剂助剂应用,E-mail:xsgxiangshigang@163.com。

通信作者:宋小玲,博士,教授,博士生导师,研究方向为杂草生物生态学及管理。E-mail:slx@njau.edu.cn。

[25] Morales Hernandez C E, Padilla Guerrero I E, Gonzalez Hernandez G A, et al. Catalase overexpression reduces the germination time and increases the pathogenicity of the fungus *Metarhizium anisopliae* [J]. Applied Microbiology and Biotechnology, 2010, 87 (3): 1033-1044.

[26] 许祥明,叶和春,李国凤. 脯氨酸代谢与植物抗渗透胁迫的研究进展[J]. 植物学通报,2000,17(6):536-542.

[27] Davey M W, Stals E, Panis B, et al. High-throughput determination of malondialdehyde in plant tissues[J]. Analytical Biochemistry, 2005, 347(2):201-207.

[28] 王智明,张峰举,许兴. 植物耐盐生理生化指标研究进展[J]. 湖北农业科学,2014,53(7):1493-1496.

[29] Glenn E, Tanner R, Mendez S, et al. Growth rates, salt tolerance and water use characteristics of native and invasive riparian plants from the delta of the Colorado River, Mexico [J]. Journal of Arid Environments, 1998, 40(3):281-294.

[30] Kazemeini S A, Pirasteh - Anosheh H, Basirat A, et al. salinity tolerance threshold of berseem clover (*Trifolium alexandrinum*) at different growth stages [J]. Pakistan Journal of Botany, 2018, 50 (5):1675-1680.

[31] 朱义,谭贵娥,何池全,等. 盐胁迫对高羊茅 (*Festuca arundinacea*) 幼苗生长和离子分布的影响[J]. 生态学报,2007, 27(12):5447-5454.

[32] Yang Y L, Shi R X, Wei X E, et al. Effect of salinity on antioxidant enzymes in calli of the halophyte *Nitraria tangutorum* Bobr [J]. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 2010, 102(3):387-395.

[33] Liang Y C, Chen Q, Liu Q, et al. Exogenous silicon (Si) increases antioxidant enzyme activity and reduces lipid peroxidation in Roots of salt-stressed barley (*Hordeum vulgare* L.) [J]. Journal of Plant Physiology, 2003, 160(10):1157-1164.

[34] 杜浩,张彬,黄萍,等. 4 个甜高粱品种 (系) 发芽期耐盐性比较分析[J]. 江苏农业科学,2018,46(12):63-66.

产生的有效方法之一^[6]。北京成禾佳信农资贸易有限公司代理的安融乐是由南非西北大学从大豆中提取的新型生物喷雾助剂,在 1947 年的南非第 36 号法案中作为农药助剂注册,主要成分为卵磷脂和维生素 E。作为新型生物助剂,安融乐能够提高农药防效,促进肥料吸收和利用,减少药肥使用量^[7-13]。在全国农技中心印发的《2018 年全国植保信息暨农药械推广网工作要点:农技植保函[2018](15)》的通知中,安融乐是重点试验示范与推广的助剂产品之一。

在与除草剂混用方面,安融乐与氰氟草酯复配使用,能增强对稗草和千金子的防效^[14]。在花生田,安融乐能提高高效氟吡甲禾灵与乙羧氟草醚和甲咪唑烟酸的除草活性^[15]。安融乐能增强异丙隆和啶磺草胺对小麦田禾本科杂草的防除效果^[16],增强啶磺草胺和甲基二磺隆对小麦田阔叶杂草的防除效果^[17]。尽管已有安融乐与除草剂混用能提高除草剂药效的报道,但对灭生除草剂草铵膦是否具有增效作用尚不明确。本研究采用生物测定的方法探究了安融乐与草铵膦混用的效果,目的是为安融乐作为草铵膦的增效助剂的应用提供试验基础和数据支持。

1 材料与方法

1.1 供试杂草

供试杂草野生芥菜(*Brassica juncea*)种子于 2016 年采集备用。种植容器为塑料钵(上口口径 6.5 cm,高度 9.0 cm,底部带孔),在钵内装好由蔬菜土壤和腐殖质(3:1)组成的混合基质,浇足水并过夜,第 2 天在每钵表面撒播 5 粒种子,盖土 0.5 cm,置于温室内培养,每天浇水,保持湿润,出苗后间苗,使每钵的苗数为 1 株。施药时野生芥菜为 4~5 叶。

供试药剂 20% 草铵膦水剂和 18% 草铵膦可溶液剂,均为市售,生产厂家分别为浙江永农生物科学有限公司(商品名:百速顿)和拜尔作物科学公司(商品名:保试达)。供试的 3% 卵磷脂·维生素 E 新型增效助剂由北京成禾佳信农资贸易有限公司提供,生产厂家为南非尼勒思科 882 有限责任公司(商品名:安融乐)。

1.2 试验设计

选取长势一致的 4~5 叶期野生芥菜植株用药,试验共设 4 个处理,每个处理的除草剂设清水空白

对照和 4 种处理剂量,每个剂量处理 2 株为 1 次重复,每处理重复 4 次。

I:20% 草铵膦水剂:CK,750,1 500,2 250,3 000 mL/hm²;II:20% 草铵膦水剂:CK,750,1 500,2 250,3 000 mL/hm² + 安融乐(0.02%,体积比);III:18% 草铵膦可溶液剂:CK,750,1 500,2 250,3 000 mL/hm²;IV:18% 草铵膦可溶液剂:CK,750,1 500,2 250,3 000 mL/hm² + 安融乐(0.02%,体积比)。

1.3 试验方法

1.3.1 药剂施用 为了确保喷药的均匀度,预先用蓝墨水代替除草剂在 2 m² 的范围内进行预备试验,反复喷施多次,直到药液均匀分布。施药前将供试杂草随机均匀地摆放在 2 m² 的空地上,采用 1.5 L 手持式气压喷雾器(市下牌,型号 SX-574,中国市下控股有限公司产品)均匀喷雾,兑水量为 45 mL/m²,喷雾压力约为 0.2 MPa,不同除草剂使用独立的喷雾器,以防止相互干扰。试验在南京农业大学牌楼科研基地进行,施药时间 2017 年 1 月 10 日,天气晴朗,温度为 18℃。

1.3.2 杂草中毒症状的观察 于用药后每天上午和下午连续观察并记录杂草的中毒症状和死亡速度,按照 5 级中毒分级法(表)对供试杂草进行中毒分级,计算各处理对杂草的中毒症状综合指数。用 Origin 8.0 分析软件进行剂量和 1-中毒综合指数的 Logistic 回归分析,得出回归方程及 ED₅₀ 和 ED₉₀ 值。根据杂草的 ED₅₀ 及 ED₉₀ 值评估安融乐与不同剂型草铵膦混用后对杂草防除效果的影响。计算方法如下:

中毒综合指数 = $\sum[(\text{每处理各中毒级别株数} \times \text{级别}) / (\text{每处理总株数} \times \text{最高级别})] \times 100\%$;

ED₅₀ 增效百分比 = $(\text{除草剂单用处理该杂草的 ED}_{50} \text{值} - \text{除草剂与安融乐混用处理该杂草的 ED}_{50} \text{值}) / \text{除草剂单用处理该杂草的 ED}_{50} \text{值} \times 100\%$;

ED₉₀ 增效百分比 = $(\text{除草剂单用处理该杂草的 ED}_{90} \text{值} - \text{除草剂与安融乐混用处理该杂草的 ED}_{90} \text{值}) / \text{除草剂单用处理该杂草的 ED}_{90} \text{值} \times 100\%$ 。

2 结果与分析

2.1 杂草中毒级别和死亡速度分析

供试杂草在供试药剂处理后 1~10 d 的中毒症状调查结果显示,随着草铵膦供试剂量的增加,杂草中毒症状和中毒级别呈逐渐增加趋势。药后 4 d,

表 1 草铵膦对供试杂草中毒症状的分级标准

| 中毒症状及程度 | 中毒级别 |
|--|------|
| 植株生长缓慢,新叶褪绿泛白,部分老叶叶边缘皱缩,叶片轻微下垂,老叶叶片有 1% ~20% 枯黄死亡 | 1 级 |
| 植株基本失去生长能力,新叶失绿皱缩黄化,老叶叶片边缘出现溃烂,叶片泛黄,老叶叶片有 21% ~40% 枯黄死亡 | 2 级 |
| 植株停止生长,新叶黄化枯萎,老叶叶片枯黄且边缘溃烂,植株整体黄化程度较严重,老叶叶片有 41% ~60% 枯黄死亡 | 3 级 |
| 植株新叶枯萎脱落,老叶枯黄死亡,叶片与茎部易分离,植株出现倒伏,老叶叶片有 61% ~80% 枯黄死亡,植株整体接近死亡 | 4 级 |
| 植株新叶枯萎脱落,老叶枯黄死亡,叶片与茎部完全分离,老叶叶片有 81% ~100% 枯黄死亡甚至整个植株完全死亡 | 5 级 |

4 种处理在最高剂量下,18% 草铵膦可溶液剂 + 安融乐、单用 18% 草铵膦可溶液剂、20% 草铵膦水剂 + 安融乐处理后野生芥菜的中毒程度均已达到 5 级,单用 20% 草铵膦水剂处理下,野生芥菜的中毒程度达到 4 级。

相同剂量下单用 20% 草铵膦水剂和 18% 草铵

膦可溶液剂及其与安融乐混用相比,后者处理的野生芥菜新叶和老叶叶片的黄化枯萎程度更严重,根茎处腐烂速度更快,这说明安融乐对 2 种剂型的草铵膦除草剂均具有增效作用。

供试杂草野生芥菜在单用草铵膦水剂及其与安融乐混用处理药后 4 d,杂草中毒级别详见表 2。

表 2 2 种剂型的草铵膦单用及与安融乐混用情况下野生芥菜的中毒级别

| 剂量 (mL/hm ²) | 中毒级别 | | | |
|-----------------------------|-------------------|-------|---------------------|-------|
| | 20% 草铵膦水剂(药后 4 d) | | 18% 草铵膦可溶液剂(药后 4 d) | |
| | 单用 | + 安融乐 | 单用 | + 安融乐 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 750 | 1 | 2 | 2 | 3 |
| 1 500 | 2 | 4 | 3 | 4 |
| 2 250 | 3 | 4 | 4 | 5 |
| 3 000 | 4 | 5 | 5 | 5 |

2.2 除草剂活性分析

用 Origin8 分析软件对野生芥菜药后 4 d 的中毒级别和剂量进行回归分析,获得剂量反应曲线,

并计算 ED₅₀ 值和 ED₉₀ 值,结果显示,其分析结果与目测结果基本一致。药后 4 d,剂量反应方程见表 3。经计算得到的 ED₅₀ 与 ED₉₀ 值及增效效果见表 4。

表 3 不同除草剂处理下对供试杂草野生芥菜的 Logistic 曲线方程

| 处理 | 方程 | r ² |
|-----------------|---|----------------|
| 20% 草铵膦水剂单用 | $y = -1.162\ 2 + (1.004\ 41 + 1.162\ 2) / [1 + (x/274.909\ 5)^{1.427\ 59}]$ | 0.961\ 35 |
| 20% 草铵膦水剂 + 安融乐 | $y = -0.183\ 13 + (0.999\ 46 + 0.183\ 13) / [1 + (x/82.623\ 7)^{1.378\ 54}]$ | 0.967\ 45 |
| 18% 草铵膦可溶液剂单用 | $y = -1.034\ 54 + (0.999\ 78 + 1.034\ 54) / [1 + (x/202.878\ 1)^{0.755\ 72}]$ | 0.989\ 37 |
| 20% 草铵膦水剂 + 安融乐 | $y = -0.131\ 7 + (0.999\ 43 + 0.131\ 7) / [1 + (x/69.556\ 9)^{1.544\ 34}]$ | 0.979\ 81 |

表 4 供试杂草对不同除草剂处理的 ED₅₀ 和 ED₉₀ 值

| 处理 | ED ₅₀ (商品量, mL/hm ²) | ED ₅₀ 增效 (%) | ED ₉₀ (商品量, mL/hm ²) | ED ₉₀ 增效 (%) |
|-------------------|--|----------------------------|--|----------------------------|
| 20% 草铵膦水剂 | 1 788.0 | | 3 264.0 | |
| 20% 草铵膦水剂 + 安融乐 | 987.0 | 44.8 | 2 866.5 | 12.2 |
| 18% 草铵膦可溶液剂 | 895.5 | | 2 511.0 | |
| 18% 草铵膦可溶液剂 + 安融乐 | 688.5 | 23.1 | 2 238.0 | 10.9 |

从表 4 可以看出,根据 ED₅₀ 值与 ED₉₀ 值的商品量来看,安融乐均能提高水剂和可溶液剂草铵膦的

药效。20% 草铵膦水剂处理下,野生芥菜的 ED₅₀ 值为 1 788.0 mL/hm², ED₉₀ 值为 3 264.0 mL/hm²;加

入安融乐后,野生芥菜的 ED_{50} 值和 ED_{90} 值分别降低了 801.0 mL/hm^2 和 397.5 mL/hm^2 ,增效效果分别为 44.8% 和 12.2%。

18% 草铵膦可溶液剂处理下,野生芥菜的 ED_{50} 值和 ED_{90} 值分别为 895.5 mL/hm^2 和 $2\,511.0 \text{ mL/hm}^2$;加入安融乐后,野生芥菜的 ED_{50} 值和 ED_{90} 值分别降低了 207.0 mL/hm^2 和 273.0 mL/hm^2 ,增效效果分别为 23.1% 和 10.9%。

对野生芥菜,20% 草铵膦水剂和 18% 草铵膦可溶液剂与安融乐混用后, ED_{50} 值(商品量)降低 $207.0 \sim 801.0 \text{ mL/hm}^2$,增效 23.1% ~ 44.8%,节省了草铵膦的使用量; ED_{90} 值(商品量)降低 $273.0 \sim 397.5 \text{ mL/hm}^2$,增效 10.9% ~ 12.2%。

综上所述表明,安融乐作为增效助剂,能有效提高草铵膦水剂和可溶液剂对目标杂草的防除效果,可以节省除草剂的使用量。

3 结论与讨论

本试验以灭生性除草剂草铵膦为研究对象,综合以上结果,安融乐作为增效助剂,对水剂和可溶液剂的草铵膦均有一定的增效作用。主要表现如下:(1)安融乐的加入,让供试杂草死得更快。在药剂处理 4 d 后,20% 草铵膦水剂和 18% 草铵膦可溶液剂单用及其与安融乐混用处理相比较来看,相同剂量的 2 种药剂要达到相同理想中毒症状,加入安融乐的处理比单用草铵膦的药效提前 1 d 左右;(2)依据中毒程度分析,相同剂量处理下,经过相同时间的处理后,安融乐的加入能够使杂草的中毒级别更高,这说明安融乐与以上 2 种剂型的草铵膦混用能加重杂草的中毒症状;(3)从 ED_{50} 和 ED_{90} 值来看,安融乐与 20% 草铵膦水剂和 18% 草铵膦可溶液剂混用,对野生芥菜增效效果存在一定的差异,这种差异的原因可能与草铵膦的剂型和配方有关。

草铵膦是非选择性茎叶处理剂,传导性较差^[18]。安融乐的加入,促进了杂草对除草剂的响应速度和同等条件下的中毒症状,这可能与安融乐能增加杂草叶面对除草剂的吸收有一定关系,故建议进一步开展安融乐与除草剂混用后对杂草叶片吸收草铵膦影响的相关试验。

参考文献:

- [1] Vasil I K, Phosphinothricin - resistant crops [M]//Duck S O. Herbicide resistant crops. New York: CRC, 1996: 85 - 89.
- [2] Derksen D A, Harker K N, Blackshaw R E. Herbicide tolerant crops and weed population dynamics in western Canada [C]. Proceedings of an International Conference. Brighton, UK, 15 - 18 November, 1999: 417 - 424.
- [3] Marshall G. Herbicide - tolerant crops real farmer opportunity or potential environment problem. Transgenic crops: new perspectives in crop protection [J]. Pesticide Science, 1998, 52: 394 - 402.
- [4] Philips McDougall. Agri - service: products section - 2016 [R]. Philips McDougall, 2017.
- [5] Caseley J C. The progress and development of herbicide for weed management in the tropics [J]. Planter, 1996, 72: 323 - 346.
- [6] 刘占山, 李旭君, 蔡湘衡. 我国水基性农药剂型研究现状及其发展动向 [J]. 农药科学与管理, 2008, 29(7): 42 - 45.
- [7] Pholo M, Pretorius C J S. Seedling growth of maize (*Zea mays* L.) in response to seed treatments [J]. Biological Forum, 2011, 3(1): 4 - 9.
- [8] 刘 兴. 一种专用于猕猴桃树的叶面肥配方及使用方法: CN106518343A [P]. 2017 - 03 - 22.
- [9] 王亮亮, 韩效钊, 杨静芳, 等. 生物表面活性剂对水溶肥料润湿性能的影响 [J]. 浙江农业科学, 2014(8): 1253 - 1255.
- [10] 杜慧平, 张治家. 山西大白菜花叶病毒病防控技术 [J]. 山西农业科学, 2017, 45(7): 1149 - 1152.
- [11] 杨望明, 田良元, 滕永梅, 等. 生物助剂安融乐对水稻二化螟减药控害增效作用试验 [J]. 湖北植保, 2018(6): 24 - 25.
- [12] 李 进, 张军高, 王 伟, 等. 不同增效剂对噻虫嗪防治棉蚜的减量增效作用 [J]. 农药, 2018, 57(12): 912 - 915.
- [13] 刘 晔, 丁晓辉, 杨凌峰, 等. 0.136% 赤 · 吡乙 · 芸薹及其套餐伴侣对水稻生长及减药控害中作用初步试验 [J]. 中国农技推广, 2017, 33(12): 65 - 68.
- [14] 相世刚, 刘 琪, 强 胜, 等. 安融乐对水稻田除草剂氟氯草酯的增效作用及对水稻的安全性 [C]. 贵阳: 第十三届全国杂草科学大会, 2017 - 08 - 07.
- [15] 李秀杰, 孙慧慧, 崔小伟, 等. 安融乐对花生田除草剂防效和花生药害的影响 [J]. 河南农业科学, 2018, 47(7): 81 - 89.
- [16] 程文超, 李光宁, 相世刚, 等. 安融乐对 2 种除草剂防除冬小麦田禾本科杂草的增效作用 [J]. 杂草学报, 2019, 37(1): 64 - 70.
- [17] 程文超, 李光宁, 相世刚, 等. 安融乐对冬小麦田阔叶杂草除草剂的增效效果 [J]. 杂草学报, 2019, 37(2): 57 - 63.
- [18] Anderson D M, Swanton C J, Hall J C, et al. The influence of soil moisture, simulated rainfall and time of application on the efficacy of glufosinate - ammonium [J]. Weed Research, 1993, 33: 149 - 160.