

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

卢向阳*, 徐筠, 陈莉

(北京市农林科学院 植物保护环境保护研究所, 北京 100089)

摘要: 在除草剂氟磺胺草醚、灭草松和精喹禾灵药液中添加不同浓度的喷雾助剂ABS(十二烷基苯磺酸钠)和JFC[C₇₋₉烷醇聚氧乙烯(5-6)醚],以温室盆栽法测得各处理抑制杂草的效果,结果表明,在多数情况下添加喷雾助剂可使3种供试除草剂的药效显著提高。

关键词: 除草剂; 喷雾助剂; 表面张力; 接触角; 相关性

中图分类号: S482.4; S482.92 **文献标识码:** A **文章编号:** 1008-7303(2002)03-0067-05

目前,国内外各种苗后除草剂日益增多,但农户使用这些除草剂的除草效果常常不理想。为了提高药效,在药液中添加喷雾助剂是一种有效方法。但如果不是合理地进行添加,有时会同适得其反。为此,我们以3种不同类型的苗后除草剂为例,从药液表面张力、叶面接触角与药效的相关性及喷雾助剂对它们的影响方面进行了探讨。

1 材料与方法

1.1 主要仪器设备

PW T-510型精量喷雾塔(中国农业大学农业工程系制造);Ema接触角测定仪(Tokyo公司);Krüss表面张力仪。

1.2 供试杂草

马唐 *Digitaria sanguinalis* (L.) Scop; 牛筋草 *Eleusine indica* (L.) Gaertn; 反枝苋 *Amaranthus retroflexus* L.; 苘麻 *Abutilon theophrasti* Medic; 马齿苋 *Portulaca oleracea* L.。药效试验的杂草播种在直径为13 cm、高15 cm的瓦盆内,每盆装1 000 g轻壤土,每盆播一种杂草。播种后置于温室(日温25~29,夜温15~19,日照14 h,相对湿度65%~75%),当杂草长至4~5叶期时进行间苗,每盆单子叶杂草保留10株,双子叶杂草保留5株,然后施药处理。接触角试验的杂草用直径为30 cm、高12 cm的瓦盆种植,当杂草长至4~5叶期时测定。

1.3 供试药剂和喷雾助剂

除草剂: 25% 氟磺胺草醚水剂(fomesafen, 捷利康公司); 5% 精喹禾灵乳油(quizalofop-p-ethyl, 日产化学工业株式会社); 48% 灭草松水剂(bentazon, 巴斯夫公司)。喷雾助剂(本文特指有表面活性作用的喷雾助剂): 十二烷基苯磺酸钠(ABS, 上海白猫有限公司); 渗透剂JFC[JFC, C₇₋₉烷醇聚氧乙烯(5-6)醚, 北京洗涤剂厂]。

1.4 表面张力的测定

配制质量分数为25%的氟磺胺草醚1 250倍(稀释液,下同)、48%灭草松750倍和5%精喹禾灵1 000倍水溶液,ABS添加浓度为0.01、0.5、1、2、4 g/L, JFC添加浓度为0.05、1、2、

4.8 g/L。在 20℃ 室温下,用 Krüss 表面张力仪标定供试清水的表面张力,然后根据石键的表面张力测定方法“滴数法”来测定^[1],重复 5 次。

1.5 接触角的测定

采集新鲜洁净的杂草倒三叶,选取平整部分剪取小块叶面(避免叶脉、病斑等)平放在接触角仪的样品槽内,用微量注射器吸取上述配制的各种药液,点滴 2 μL 大小液滴于叶面上,20 s 后观察其接触角,重复 10 次,计算平均数和标准差。

1.6 喷雾助剂对除草剂药效影响的测定

施药采用 PW T-510 型精量喷雾塔喷雾,施药液量 600 L/hm²,喷雾压力 2 × 10⁵~ 3 × 10⁵ Pa。试验时,氟磺胺草醚、灭草松和精喹禾灵的剂量分别为 90 g/hm²(相当于 25% 氟磺胺草醚 1 250 倍稀释液)、288 g/hm²(相当于 48% 灭草松 750 倍稀释液)和 22.5 g/hm²(相当于 5% 精喹禾灵 1 000 倍稀释液)。ABS 和 JFC 添加的浓度与表面张力试验相同。氟磺胺草醚药效测定采用 5 种杂草(见表 1),灭草松采用反枝苋、苘麻和马齿苋测定,精喹禾灵用马唐和牛筋草测定。试验采用完全随机排列,重复 3 次。施药后 12 d 考察杂草地上部鲜重,计算杂草抑制率,杂草抑制率经百分数反正弦转换后,采用 SAS 软件进行 ANOVA 方差分析。表面张力、接触角与药效的相关性分别采用直线回归法求出相关系数。

2 结果与分析

2.1 杂草表面特性和清水叶面接触角

经表面张力仪测定供试清水的表面张力为 73.1 mN/m。从表 1 可见,对于清水来说,在 5 种杂草中牛筋草和马唐较难润湿,而马齿苋和苘麻较易润湿,反枝苋处于它们中间。

Table 1 Surface structure of tested weed leaves and contact angle of deposited water

Weed species	<i>A butilon theophrasti</i>	<i>A m aranthus retrof lex us</i>	<i>P ortulaca oleracea</i>	<i>D ig itaria sanguinalis</i>	<i>E leusine indica</i>
Characteristic of leaf surface	Dense fine hairs, less wide bristles	Slight wrinkle, nearly smooth	Smooth, no hair, leather leaf	Dense fine hairs, many thin bristles	Flat, waxy
Contact angle/(°)	61.0 ± 1.2	83.0 ± 2.1	46.5 ± 8.5	105.3 ± 0.8	126.0 ± 1.0

2.2 除草剂药液表面张力、叶面接触角与药效的相关性

从表 2~ 4 可见,不加喷雾助剂时,3 种药液的表面张力为 36.6~ 69.8 mN/m,叶面接触角为 43.1~ 126.8°,其中有些液滴的接触角与清水的接触角十分相近,在接触角仪中观察到的液滴在叶面上呈半球形或球形,药剂与叶面的接触面较小。由于药剂进入生物靶标的量同接触面积成正比^[2],因此在接触面积小的情况下,药剂被植物吸收的量也就少。可以看出,水剂品种稀释液的表面张力较乳油高,尤其是灭草松水剂,稀释液的表面张力高达 69.8 mN/m,与清水十分相近。在加入足够量的具表面活性的喷雾助剂后,药液表面张力和叶面接触角明显下降,在接触角仪中观察到的液滴平展,药剂与叶面的接触面较大,药剂被植物吸收的量也大,在这种情况下,灭草松、氟磺胺草醚等触杀型药剂发挥药效更为有利。

Table 2 Influence of spray adjuvant on surface tension, contact angle and the efficacy of bentazon

Herbicide & adjuvant	Weed species	Adjuvant concentration	Surface tension	Contact angle	Efficacy (%)	
		$/g \cdot L^{-1}$	$/mN \cdot m^{-1}$	$/(\circ)$		
750 × bentazon 48% SL + ABS	<i>A butilon</i>	0	69.8	61.8 ± 5.2	79.4 c	
		<i>theophrasti</i>	0.1	64.0	58.5 ± 2.5	83.8 bc
			0.5	42.7	54.0 ± 3.0	84.4 bc
			1	36.6	51.0 ± 2.0	92.3 ab
			2	32.0	40.7 ± 4.3	96.3 a
			4	30.1	34.7 ± 2.6	97.5 a
			<i>r</i>	- 0.888	- 0.925	
	<i>Portulaca oleracea</i>	0	69.8	49.8 ± 2.2	81.4 b	
		0.1	64.0	47.7 ± 2.8	91.0 ab	
		0.5	42.7	46.8 ± 1.2	96.2 ab	
		1	36.6	43.5 ± 4.5	100 a	
		2	32.0	36.0 ± 4.0	100 a	
		4	30.1	31.8 ± 3.8	100 a	
		<i>r</i>	- 0.191	- 0.548		
750 × bentazon 48% SL + JFC	<i>A butilon</i>	0	69.8	61.8 ± 5.2	79.4 c	
		<i>theophrasti</i>	0.5	34.2	32.7 ± 5.3	81.9 bc
			1	31.4	26.5 ± 0.5	83.6 bc
			2	28.5	25.7 ± 1.7	88.9 b
			4	27.4	25.1 ± 3.1	89.0 b
			8	26.5	23.2 ± 5.2	98.0 a
			<i>r</i>	- 0.659	- 0.606	

Note: The efficacies in the same group followed by the same letter were not significantly different at 5% level by Duncan's Range Test. *r* = related coefficient with efficacy. "-" represents that the efficacy increased as surface tension or contact angle decreased. The same as in the following tables.

Table 3 Influence of spray adjuvant on surface tension, contact angle and the efficacy of quizalofop-p-ethyl

Herbicide & adjuvant	Weed species	Adjuvant concentration	Surface tension	Contact angle	Efficacy (%)	
		$/g \cdot L^{-1}$	$/mN \cdot m^{-1}$	$/(\circ)$		
1000 × quizalofop-p-ethyl 5% EC + ABS	<i>Digitaria</i>	0	36.6	80.7 ± 3.3	58.4 b	
		<i>sanguinalis</i>	0.1	34.9	75.7 ± 2.3	59.6 b
			0.5	33.4	69.2 ± 3.2	83.8 ab
			1	32.0	64.8 ± 1.8	84.1 ab
			2	30.7	42.8 ± 2.8	88.5 a
			4	28.5	36.2 ± 3.8	95.8 a
			<i>r</i>	- 0.720	- 0.606	
	<i>Eleusine indica</i>	0	36.6	97.0 ± 4.0	86.5 b	
		0.1	34.9	85.5 ± 4.5	87.5 b	

Herbicide & adjuvant	Weed species	A djuvant concentration $/\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	Surface tension $/\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$	Contact angle $/(\circ)$	Continued
					Efficacy (%)
		0.5	33.4	70.2 ± 4.8	93.8 ab
		1	32.0	62.8 ± 5.8	98.8 a
		2	30.7	43.8 ± 4.8	100 a
		4	28.5	17.5 ± 2.5	100 a
		<i>r</i>	- 0.909	- 0.872	

Table 4 Influence of spray adjuvant on surface tension, contact angle and the efficacy of fomesafen

Herbicide & adjuvant	Weed species	A djuvant Concentration $/\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	Surface tension $/\text{mN} \cdot \text{m}^{-1}$	Contact angle $/(\circ)$	Efficacy (%)	
1250 × fomesafen 25% EC + ABS	<i>Amaranthus retrofractus</i>	0	48.02	54.3 ± 3.3	72.6 b	
		0.1	45.19	45.8 ± 2.2	84.2 ab	
		0.5	42.68	43.5 ± 2.5	90.7 ab	
		1	40.44	40.5 ± 4.5	92.2 ab	
		2	36.59	35.8 ± 2.2	97.9 a	
		4	34.15	25.5 ± 3.5	100 a	
		<i>r</i>	- 0.819	- 0.812		
		<i>Abutilon theophrasti</i>	0	48.02	67.3 ± 1.3	69.0 c
			0.1	45.19	53.7 ± 1.7	75.1 bc
			0.5	42.68	46.4 ± 2.4	79.0 bc
			1	40.44	42.0 ± 3.0	79.2 ab
			2	36.59	36.0 ± 4.0	89.8 a
			4	34.15	34.0 ± 5.0	91.7 a
		<i>r</i>	- 0.962	- 0.937		
1250 × fomesafen 25% EC + JFC	<i>Amaranthus retrofractus</i>	0	48.02	54.3 ± 2.8	72.6 d	
		0.5	33.40	33.0 ± 5.2	75.8 cd	
		1	28.46	29.5 ± 2.0	91.3 bcd	
		2	28.46	28.0 ± 4.7	93.8 abc	
		4	27.94	23.7 ± 5.8	96.3 ab	
		8	27.44	14.7 ± 3.8	100 a	
		<i>r</i>	- 0.848	- 0.881		
		<i>Abutilon theophrasti</i>	0	48.02	67.3 ± 1.3	69.0 d
			0.5	33.40	32.5 ± 3.5	83.7 c
			1	28.46	24.3 ± 3.7	85.1 c
			2	28.46	18.7 ± 3.3	88.7 c
			4	27.94	18.2 ± 3.2	97.9 b
			8	27.44	0	100 a
		<i>r</i>	- 0.884	- 0.950		

3 讨论

从本研究结果和有关资料^[3]来看, 水剂农药制剂田间稀释液的表面张力普遍偏高, 应该采取添加喷雾助剂的方式来降低表面张力。虽然有人指出“考察叶片是否能被药液润湿, 不能简单地以药液的表面张力为直接参数^[3]”, 但从本试验来看, 它还是有很大意义的, 因为测定叶面接触角十分麻烦, 而药液表面张力则可以用简便的“滴数法”测得。

除草剂药液表面张力、叶面接触角与药效的相关性不但与除草剂和杂草种类有关, 而且也与喷雾助剂有关。而且, 喷雾助剂对不同药剂、不同防除对象产生的效应是不同的。因此, 要提高茎叶处理剂的效果, 选择适宜的喷雾助剂和添加浓度十分重要。

由于改变喷雾助剂添加量可以改变药液表面张力, 而药液表面张力的大小会直接影响叶面接触角, 影响药剂的进入量, 进而影响到药效。但是, 药液表面张力并不是越小越好, 过小可能会造成药液的流失。例如, 药液表面张力降低后, 增加了在难被润湿叶片豌豆和大麦上的沉积量, 但却减少了在向日葵和油菜上的沉积量^[4]。

参考文献:

- [1] 石键 农用表面活性剂 125-C 的研究与开发 [J] 河北农业大学学报, 1996, 19(4): 56-61
- [2] 屠予钦 农药使用技术原理 [M] 上海: 科学技术出版社, 1986 158
- [3] 袁会珠 农药雾滴沉积流失规律以及降低容量喷雾技术研究 [D] 北京: 中国农业大学, 2000 85-86
- [4] Batenan R P, Douro-kpindou O P, Kooyman C, *et al* Some observation on the dose transfer of myco-insecticide sprays to desert locusts [J] *Crop Protection*, 1998, 17: 151-158

Study on Relationships between Surface Tension, Contact Angle and Efficacy on Weeds of Several Herbicide Solutions

LU Xiang-yang*, XU Jun, CHEN Li

(*Institute of Plant Protection, Beijing Academy of Agricultural and Forestry Science, Beijing 100089, China*)

Abstract: Fomesafen, bentazon and quizalofop-p-ethyl were applied respectively with or without spray adjuvant ABS (Sodium dodecyl benzene sulfonate) or JFC (Penetrating agent JFC) in greenhouse. The results showed that the efficacies of the tested herbicides were apparently enhanced after addition of spray adjuvants in most cases.

Key words: herbicide; spray adjuvant; surface tension; contact angle