

文章编号: 1000-5692(2007)01-0086-05

# 11 种草甘膦助剂除草活性筛选

施春华

(浙江林学院 旅游与健康学院, 浙江 临安 311300)

**摘要:** 为从 11 种不同助剂配方的草甘膦制剂中甄选出性能优异的配方, 用生物测定的方法, 对具有不同助剂的草甘膦制剂在低温条件下的药效作用速度和最终活性大小进行评价。试验选用易于生长控制的大小龄期 2 批小麦 *Triticum aestivum* 作为供试靶标, 用自动生测喷雾塔进行梯度剂量处理, 后置于 9.9~19.8 °C, 相对湿度为 50%~70% 的人工气候室内培养 15 d, 再进行目测和鲜质量结果分析。试验结果认为, 编号为 JB-7 和 JB-4 的 2 个药剂在作用速度和最终药效发挥上都有很好表现, 选定为最佳药剂, JB-6 和 JB-11 为第 2 梯队品种。筛选出的 4 个药剂需要进入田间进一步研究。该方法可用于药效接近药剂的筛选, 具有简便、可行的特点。表 6 参 15

**关键词:** 植物保护学; 草甘膦; 助剂; 筛选; 生物测定; 小麦

**中图分类号:** S482.4      **文献标识码:** A

草甘膦因低成本、广谱和对环境友好等特点, 成为目前全球生产、销售和使用量最大的除草剂。2004 年我国的草甘膦产量折成原药已超过 10 万 t<sup>[1]</sup>。在今后的相当长一段时间内, 草甘膦仍将是除草剂市场份额最大的品种之一<sup>[2-5]</sup>。助剂在草甘膦药效的发挥过程中起着重要的作用, 所以一直以来, 非选择性除草剂草甘膦制剂的助剂研究倍受关注<sup>[6-12]</sup>。目前, 我国市场上草甘膦的制剂已超过了 20 种, 每种制剂中助剂的种类和含量差异较大<sup>[12, 13]</sup>, 有必要运用高效草甘膦助剂以节约资源。用物理和化学的方法筛选助剂比较普遍, 但用更贴近应用实际的生测的方法对助剂进行优劣筛选报道的却不多。朱金文等<sup>[14]</sup>曾用空心莲子草 *Atemanthera philoxeroides* 对 9 种草甘膦助剂进行筛选。该试验拟对 11 种不同助剂的草甘膦制剂以小麦 *Triticum aestivum* 为供试植物进行室内生物活性比较, 在试材一致性和试验标准化方面进行控制, 以期加强实验的可靠性。

## 1 材料与方 法

### 1.1 供试药剂及仪器

供试药剂为编号 JB-1~11 共 11 种不同助剂的 410 g·L<sup>-1</sup> 草甘膦异丙胺盐制剂。11 种助剂分别是: JB-1 (中国南通五佳化工厂生产), JB-2 (法国罗地亚公司的助剂 CF/AS30), JB-3 (法国罗地亚公司的助剂 CF/IV-C), JB-4 (中国金陵石化有限责任公司研究院提供的助剂 EF8108), JB-5 (中国无锡天一化工厂提供的助剂), JB-6 (荷兰阿克苏诺贝尔公司的助剂 4130A), JB-7 (威来惠南(中国)有限公司的助

收稿日期: 2006-03-12; 修回日期: 2006-07-04

基金项目: “十五” 国家科学技术攻关项目(2001BA310A13)

作者简介: 施春华, 博士, 从事环境与健康等研究。E-mail: shichunhua7924@126.com

剂 TERWET 3780), JB-8~10 (中国泰禾(上海)有限公司提供), JB-11 (美国孟山都公司农达助剂)。试验设置不同剂量: ① 低龄小麦试验: 1 125, 750, 600, 450, 300 mL $\cdot$ hm $^{-2}$ ; ② 大龄小麦低温试验: 600, 450, 300, 150, 75 mL $\cdot$ hm $^{-2}$ 。仪器为 AJXP-1098 (农业部南京农机研究所)定量喷雾塔装置、功能温室和人工气候室系统。

## 1.2 供试材料

供试植物为小麦, 浙麦 8 号。供试土壤为未用药地块收集的田园土、山土和已腐熟有机土, 按体积比 1:1:1 配制。

## 1.3 试验方法

1.3.1 试材培养 用口径 $\times$ 高为 9.5 cm $\times$ 8.0 cm 花盆, 装满  $3/4$  花盆的培养土, 取催芽处理的小麦种子 20 粒均匀播入盆内, 再覆厚度为 1~2 cm 的混沙细土。在盆底加水, 待花盆内土壤吸水饱和后, 放掉花盆底部积水, 然后置于温室内培养生长。每天补水, 使土壤相对湿度保持在 80% 左右; 小麦生长温度 10~20  $^{\circ}$ C, 空气湿度 50%~70%。待小麦出土一定高度时, 进行间苗定株, 规格为 15 株 $\cdot$ 盆 $^{-1}$ , 在温室内继续培养至适龄, 待用。方法参照文献[15], 下同。

1.3.2 药剂处理 使用喷雾塔对试材进行茎叶喷雾处理, 喷药面积为 0.132 m $^2$ , 药液量 10 mL, 工作压力 0.18 MPa, 着液量 40% 的喷雾塔工作参数下, 按从低到高的剂量顺序对供试试材进行喷雾处理。处理后的试材在操作间将雾滴药液自然阴干后置于人工气候室(温度为 9.9~19.8  $^{\circ}$ C, 平均为 14.7  $^{\circ}$ C, 相对湿度 50%~70%)内生长。

1.3.3 结果调查 药后每天观察植株反应症状, 并于药后 15 d 按 0~100% 分级法目测评价综合除草活性, 评价药剂对植株的影响程度, 0 为无除草活性, 100% 为受害植株完全死亡。评价标准见表 1。

表 1 除草活性目测评价标准

Table 1 Standard of estimate weeding activity by the eye

植物毒性/ %	除草活性综合评语(对植株抑制、畸形、白化和死亡等影响程度)
0	同对照, 无活性
10	稍有影响, 活性很低
20~40	有影响, 活性低
50~70	明显影响生长, 有活性
80	严重影响生长, 部分死亡, 活性好
90	严重影响生长, 大部分死亡, 残余植株少, 活性很好
95	严重影响生长, 植株基本死亡, 残余植株很少, 活性很好
100	全部死亡

剪取各处理残余地上部分植株称鲜质量, 与空白对照比较, 计算鲜质量抑制率(%):

鲜质量抑制率(%) = 100 $\times$ (对照鲜质量 - 处理鲜质量) / 对照鲜质量。

## 1.3.4 数据处理

采用 DPS 数据统计分析软件(唐启义, 冯明光)进行各样品的剂量-反应(抑制率)相关性的回归分析, 获得回归方程( $y = a + b \ln x$ ,  $y$  为鲜质量抑制率 %,  $x$  为药剂剂量), 并计算各样品的有效剂量  $D_{E90}$  或  $D_{E50}$  值。

表 2 不同制剂草甘膦对低龄小麦 15 d 鲜质量抑制率回归分析

Table 2 Regression analysis of the reducing rates of young wheat's fresh weight treated by eleven glyphosate adjuvants (15 days)

药剂编号	回归方程	相关系数	$D_{E90}$ (mL $\cdot$ hm $^{-2}$ )
JB-1	$y = 4\ 373\ 8 + 1\ 097\ 3x$	0.982 1	812.7
JB-2	$y = 4\ 509\ 0 + 1\ 067\ 5x$	0.990 1	836.4
JB-3	$y = 4\ 803\ 7 + 0\ 859\ 2x$	0.948 7	787.4
JB-4	$y = 4\ 883\ 4 + 0\ 835\ 3x$	0.958 1	707.8
JB-5	$y = 4\ 880\ 3 + 0\ 760\ 8x$	0.971 0	847.1
JB-6	$y = 5\ 002\ 8 + 0\ 834\ 9x$	0.971 4	510.0
JB-7	$y = 5\ 010\ 7 + 0\ 815\ 3x$	0.994 6	543.0
JB-8	$y = 4\ 798\ 1 + 0\ 862\ 3x$	0.985 6	787.9
JB-9	$y = 4\ 364\ 1 + 1\ 125\ 5x$	0.984 5	758.1
JB-10	$y = 4\ 738\ 7 + 0\ 896\ 4x$	0.972 3	789.4
JB-11	$y = 5\ 092\ 9 + 0\ 687\ 5x$	0.992 5	803.7

选择除草活性在

外观症状表现比较明显剂量下的数据, 用 Duncan 新复极差法进行样品间抑制率差异显著性分析(显著水平取 0.01 和 0.05)。

## 2 结果与分析

### 2.1 低龄小麦试验

药后观察发现低龄小麦(3~4叶期)对草甘膦特别敏感,所有试验制剂15 d的抑制坏死率皆为80%~100%,除JB-1在低剂量下活性(80%)明显低外,其他基本都达到90%以上,目测很难判断其他制剂之间的活性差异。

从剂量和鲜质量抑制率回归分析(表2)来看,JB-6和JB-7的 $D_{E90}$ 值分别为510.10和543.0  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,活性最好;其次为JB-4,其 $D_{E90}$ 值707.8  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ ,比其他各药剂的 $D_{E90}$ 值都低,表明这3种制剂在供试状态下的药效发挥优于其他制剂。从该结果可见,低温情况下JB-6,JB-7活性最好,其次是JB-4,再次是JB-9,JB-8,JB-10,JB-11,JB-3,JB-1和JB-2。

从鲜质量抑制率在剂量 $300 \text{ mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ 下的差异显著性分析可以看出(表3),JB-6,JB-7,JB-4这3种制剂的活性明显好于其他制剂,表现为鲜质量抑制率方面的显著差异;JB-11,JB-3差于JB-6,JB-7,但与JB-4无明显差异。从该结果分析其活性从大到小的顺序为JB-6与JB-7>JB-4≥JB-11与JB-3≥JB-8与JB-2与JB-5与JB-10>JB-1与JB-9。

可见JB-6与JB-7,以及JB-4等3种制剂在11种制剂中活性最好,且耐低温,其次是JB-3和JB-11。

### 2.2 大龄小麦试验

大龄小麦(5~6叶期)低温试验是继低龄小麦试验之后,在剂量上做了适当调整之后进行的。速效性调查发现,在药后10 d,600  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ 剂量下JB-6,JB-3,JB-7和JB-11处理的小麦植株开始出现黄化现象并停止生长,表明这几个制剂在速效性方面有一定的优异性;在药后13 d,JB-6,JB-7,JB-4在300  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ 剂量下植株已经表现黄化,JB-3,JB-11则在450  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ 剂量下植株出现黄化,表明JB-6,JB-7,JB-4,JB-3和JB-11这5种制剂在该次试验中不但具有较好的速效性,而且具有较高的活性。

目测结果调查表明(表4),20 d目测防效表现较好的有JB-6,JB-7,JB-11,JB-4和JB-3,在600  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时分别达到90%,80%,80%,85%和85%;300  $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$ 时分别达到75%,50%,60%,60%

表3 各制剂草甘膦对低龄小麦鲜质量抑制率差异显著性分析

Table 3 Variances analysis of the reducing rates of young wheats' fresh weight treated by eleven glyphosate adjuvants

药剂编号	抑制率均值/%	5%显著水平	1%显著水平
JB-6	86.70	a	A
JB-7	85.99	ab	A
JB-4	84.84	bc	AB
JB-11	83.69	cd	BC
JB-3	83.58	cd	BC
JB-8	82.82	de	BCD
JB-2	81.64	ef	CD
JB-5	81.46	ef	CD
JB-10	81.08	f	D
JB-9	78.65	g	E
JB-1	78.35	g	E

表4 大龄小麦低温试验20 d目测防效

Table 4 Eyeballing effects of old wheat (20 days) at low temperature

药剂编号	不同处理剂量下的目测防效/%				
	600	450	300	150	75 $\text{mL} \cdot \text{hm}^{-2}$
JB-1	40	20	5	0	0
JB-2	60	40	0	0	0
JB-3	85	80	20	5	0
JB-4	85	80	60	5	0
JB-5	75	70	10	0	0
JB-6	90	85	75	60	0
JB-7	80	75	50	40	0
JB-8	40	35	10	0	0
JB-9	75	50	10	0	0
JB-10	75	70	30	0	0
JB-11	80	75	60	30	0

和 20%，即使在 150 mL·hm<sup>-2</sup> 的剂量时，JB-6 和 JB-7 仍达到 60% 和 40%。根据目测结果，JB-6 和 JB-7 活性最好，其次为 JB-11 和 JB-4。

不同制剂草甘膦对大龄小麦 20 d 鲜质量抑制率线型回归分析，结果如表 5 所示，JB-6、JB-7 和 JB-4 的 D<sub>ES0</sub> 值分别为 137、264 和 345 mL·hm<sup>-2</sup>，比其他各药剂都低，表明这 3 种制剂在低温状态下的药效发挥优于其他药剂。其次，JB-3、JB-11 也能在低温下发挥较好的药效，其 D<sub>ES0</sub> 值分别为 432 和 464 mL·hm<sup>-2</sup>。从该结果分析表明，JB-6、JB-7 和 JB-4 在低温状态下的药效发挥居于其他药剂之首，其次是 JB-3、JB-11，再次是 JB-8、JB-5、JB-10、JB-1、JB-9 和 JB-2。

表 5 各制剂草甘膦对大龄小麦鲜质量抑制率线型回归分析

Table 5 Regression analysis of the reducing rate of fresh weight of old wheat (20 days) treated by eleven glyphosate adjuvants

药剂编号	回归方程	相关系数	D <sub>ES0</sub>
JB-1	y=3.312 3+1.063 5x	0.968 0	729.4
JB-2	y=2.513 8+1.444 7x	0.976 3	788.5
JB-3	y=3.092 7+1.307 0x	0.995 2	431.8
JB-4	y=3.531 4+1.078 0x	0.969 5	345.4
JB-5	y=3.208 4+1.162 2x	0.961 8	522.0
JB-6	y=4.573 9+0.443 1x	0.997 4	137.2
JB-7	y=3.985 0+0.815 1x	0.992 4	263.8
JB-8	y=3.101 1+1.227 1x	0.997 8	529.1
JB-9	y=2.157 0+1.672 0x	0.996 4	752.4
JB-10	y=2.051 5+1.850 4x	0.995 5	588.1
JB-11	y=3.401 2+1.072 4x	0.993 8	464.6

### 3 结论与讨论

将 2 个试验不同侧面结果分析进行综合，可以得出不同试验中除草活性表现较好的制剂，总结如表 6。

表 6 在不同试验和不同分析方法中表现较好的制剂

Table 6 The better adjuvants of glyphosate in different tests and different analysis

试验项目	结果与分析	表现较好的制剂
低龄小麦	剂量-反应(抑制率)回归分析	JB-6 JB-7, JB-4 JB-11
低温试验	鲜质量抑制率差异显著性分析	JB-6 JB-7, JB-4 JB-11, JB-3
小麦大龄	目测结果	JB-6 JB-4, JB-7 JB-11
低温试验	剂量-反应(抑制率)回归分析	JB-6 JB-7, JB-4 JB-3, JB-11

通过综合分析，试验结果表明：无论对小麦的大小叶龄，其药效发挥较好的制剂为 JB-7 和 JB-6，其次 JB-4 和 JB-11，再次 JB-3，余者被淘汰。根据该试验结果，对筛选出的制剂进行成本核算，再确认 3 种制剂进行田间筛选试验。同时开展选中的 3 种制剂中所含助剂的叶表面展着性能、吸收传导性和抗雨水冲刷能力，以及环境影响因子条件等试验，为产品的进一步开发提供科学依据。

在其他的一些试验中，我们采用甘蓝 *Brassica oleracea*，油菜 *Brassica campestris*，蚕豆 *Vicia faba* 等蜡质层较厚的靶标植物进行助剂筛选，同样收到良好效果。

### 参考文献:

[ 1 ] 中国五矿化工进出口商会石油和化工商品部. 草甘膦出口情况浅析[ EB/OL]. (2005-04-11)[ 2006-03-01]. <http://ccmc.mofcom.gov.cn/aarticle/ztxx/200504/20050400047397.html>.

[ 2 ] 苏少泉. 转基因抗除草剂作物与除草剂开发及使用[ J]. 农药, 2002, 41(7): 3-7.

[ 3 ] 胡笑彤. 环境友好的化学农药仍是 21 世纪全球植物保护的主体[ J]. 农药市场信息, 2002(12): 12-14.

[ 4 ] 邓金保. 辅助剂 Companion 增进了草甘膦的除草性能[ J]. 新农药, 2005(3): 36-36.

[ 5 ] BAYLIS A D. Why glyphosate is a global herbicide; strengths weaknesses and prospects[ J]. *Pest Manage Sci*, 2000, 56(4): 299-308.

[ 6 ] 高德霖. 草甘膦助剂及其作用特点[ J]. 精细化工化纤信息通讯, 2001(1): 2-6.

- [ 7 ] 王小艺. 表面活性剂在农药中的应用及其农药增效机理[ J ]. 农药译丛, 1997, 19(4): 52—56.
- [ 8 ] 李达潮. 表面活性剂对草甘膦药效的影响[ J ]. 农药, 1982, 21(2): 60—61.
- [ 9 ] LEE C D, PENNER D, HAMMERSCHMIDT R. Influence of formulated glyphosate and activator adjuvants on cleatorum in glyphosate-resistant and-susceptible Glycine max[ J ]. *Weed Sci*, 2000, 48(6): 710—715.
- [ 10 ] CRAIG L, PETER J H. Adjuvants and glyphosate activity[ J ]. *Pest Manage Sci*, 2000, 56(4): 313—319.
- [ 11 ] 刘步林. 农药剂型加工技术[ M ]. 北京: 化学工业出版社, 1998.
- [ 12 ] 李建荣. 化学除草剂在宜林荒山造林中的应用[ J ]. 浙江林学院学报, 2004, 21(4): 408—412.
- [ 13 ] 胡芝生. 中国农药企事业大全[ M ]. 北京: 化学工业出版社, 1996.
- [ 14 ] 朱金文, 朱国念, 刘乾开. 9种助剂对草甘膦的增效[ J ]. 农药, 2003, 42(2): 19—21.
- [ 15 ] 张宗俭. 创制农药的开发及生物活性筛选的原则和方法[ C ] // 中国植物保护学会青年工作委员会, 植物病虫害生物学国家重点实验室. 第4届全国青年植物保护科技工作者学术研讨会论文集. 北京: 中国植物保护学会, 2002: 4—8.

## Filter experiment on weeding activity with eleven glyphosate adjuvants

SHI Chun-hua

(School of Tourism and Health, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

**Abstract:** The biological activity and active speed of 11 glyphosates with different adjuvants at low temperature were evaluated to select the best adjuvants through biological screening. The experiment was conducted on wheat at two different growing stages. Wheat was treated with the glyphosates from an auto-spray tower with a gradient dose, then cultured at 9.9—19.8 °C and 50%—70% relative humidity in a phytotron for 15 d. The treated wheat were analyzed visually as well as by the lethal rate of fresh weight. Results indicated that the JB-7 and JB-4 were the best glyphosate adjuvants with JB-6 and JB-11 the next best. However, this result should be verified with field tests. This method was simple and feasible and could be used to screen out other herbicides with similar results. [ Ch, 6 tab, 15 ref.]

**Key words:** plant protection; glyphosate; adjuvant; screening; bioassay; wheat (*Triticum aestivum*)