

# 用于林区和边境防火线的化学除草剂

陈国海 李建国 陈虎保

**摘要** 经16年试验筛选出林区和边境防火线的化学除草剂以草甘膦+2,4-D丁酯、草甘膦+威尔柏等混剂配方为好,除草效果达95%以上;室内试验表明,草甘膦具有解偶联剂作用,抑制膜上ATP酶活性。

**关键词** 化学除草、防火线、除草剂、草甘膦

## 1 试验区基本情况

试验区属大兴安岭南麓,为蒙古草原的过渡地段。地势平缓,海拔1200 m,为高寒气候区,年平均气温为 $-3.2^{\circ}\text{C}$ ,年平均最高温度 $35^{\circ}\text{C}$ ,相对湿度36%,无霜期80 d左右,年降水量在400~500 mm,多集中在7~8月份,春秋季节多大风,风力一般4~5级,最大风力7~8级。土壤为碳酸盐暗棕色栗钙土。表土层40 cm左右,轻壤质,粒状结构,pH 7.0~7.5。地下水位5~12 m。

### 1.1 天然草地植被

植被基本属于蒙古植物区系的边缘,主要植物有32科150余种,以单子叶杂草为主,覆盖度95%以上,优势植被为:①羊草(*Aneurolepidum chinense* (Trin.) Kitag);②披碱草(*Elymus dahuricus* Turcz);③走茎苔草(*Carex reptabunda* (Trautv.) V. Krcez);④赖草(*Aneurolepidium dasystachys* (Trin) Nevski);⑤地榆(*Sanguisoba officinalis* L.)。

随着地势和水分条件的不同而有差异,较干旱地段或砾石沙地,以披碱草为优势种,水湿地段以走茎苔草为优势种。

### 1.2 机耕防火线植被

经多年机耕(深度一般不超过20 cm)之后,以羊草为主的多年生深根杂草的地下茎,部分遭到破坏,土质较天然草地疏松。植被以沙蒿(*Artemisia desertorum* Spreng)和酸模叶蓼(*Polygonum lapathifolium* L.)双子叶杂草为主,总覆盖度为60%~95%。

## 2 试验方法和内容

16年来,对12种除草剂进行了药剂筛选、配方、施药期及喷洒机械试验。共做了97个配方,178个小区单施、混施试验,累计面积167 hm<sup>2</sup>。试验分三个阶段:

(1) 小区药效试验 1974年以来,选国内外生产的12种除草剂,分别在干生草原、湿生草原、沼泽草原设41个小区,每小区面积为22 m<sup>2</sup>,重复三次,设对照区。施药后7 d、15 d、30 d和霜前进行一次调查,对除草率和杂草干鲜重比做了测定,杂草受害程度分四级记载。

1993-02-16收稿。

陈国海副研究员,李建国(中国林业科学研究院林业研究所 北京 100091);陈虎保(沈阳化工研究院)。

经小区试验，初步认为：草甘膦、茅草枯、2,4-D丁酯、威尔柏、百草枯等药效比较好。

(2) 草甘膦复配试验 草甘膦加增效剂(威尔柏、2,4-D丁酯)和助效剂(硫酸铵、柴油、表面活性剂)，探索其最佳剂量、施药时期及喷洒机械等。

(3) 大区示范性试验 对上述药剂按不同配方和施药期，在不同的植被类型上进行反复试验，由小区的人工作业，发展到大面积机动喷雾器和机引双翼喷雾器喷洒，面积为25 hm<sup>2</sup>；“运五型”飞机喷洒，共飞行五架次，面积为67 hm<sup>2</sup>。

### 3 试验结果

#### 3.1 除草效果

不同除草剂在不同的植被类型上使用除草效果表现不一(表1)，草甘膦具有杀草广谱、内吸传导性强、除草活性高的特点。据试验，它能杀死40多种杂草，特别对羊草、走茎苔草、披碱草等一些深根恶性杂草有特效。

从表1看出，草甘膦是开设防火线优良的除草剂。为了减少使用剂量，充分发挥药效，扩大杀草谱，又进行了草甘膦+威尔柏、草甘膦+2,4-D丁酯混用配方试验(表2)。在一般情况下，加适量的硫酸铵作助效剂，可以降低草甘膦用量的1/3~1/2，而不使药效受到影响

表1 不同除草剂在不同的植被类型小区试验效果

药剂名称	用量(g/hm <sup>2</sup> ) <sup>①</sup>	效果(%)	萌生率(%)	植被类型
2,4-D丁酯	5.0	15.0	30.0	天然草地植被
	12.0	60.0	32.0	同上
	5.0	81	15.0	机耕防火线植被
	12.0	92	7.0	同上
2,4,5-T	10.0	8.7	25.0	天然草地植被
	10.0	61.0	20.0	机耕防火线植被
五氟酚钠	107.0	73.3	28.3	天然草地植被
	107.0	81	21.0	机耕防火线植被
亚砷酸钠	133.0	99.2	38.8	多年生草类只地上部死亡
	200.0	95.5	35.2	同上
敌草隆	16.6	79.6	17.7	同上
	33.2	72.9	24.1	机耕防火线植被
利谷隆	10.0	73.5	5.4	同上
	15.0	85.5	13.2	同上
百草枯	2.6	99.5	10.0	机耕防火线植被
	4.0	99.5	6.0	同上
茅草枯	75.0	87.9	13.1	天然草原植被
	125.0	88.1	8.3	同上
草甘膦	4.0	93.0	0.2	同上
	5.3	96.2	0	同上
威尔柏	5.0	92.0	2.8	同上
环嗪酮	5.5	92.5	0.8	同上
森草净	3.4	89.0	0.8	同上
盖灌能	45.0	93.0	0.3	机耕防火线植被

① 加水量：1 000 kg/hm<sup>2</sup>。

(表2), 由于硫酸铵价格低廉, 从而降低了成本。另外, 在喷洒前加入适量的柴油(一般为1 000~3 000 ml/hm<sup>2</sup>), 也可增加浸润力和展着性, 但不能过量, 否则会造成触杀, 影响传导, 降低药效。据试验, 在喷洒草甘膦时加入0.1%的表面活性剂, 可增加草甘膦在叶子上的保留时间和渗透速度, 对提高药效有利<sup>[1]</sup>。

表2 草甘膦与2,4-D丁酯和威尔柏混用灭草效果

配 方(g/hm <sup>2</sup> )	除 草 效 果						备 注
	杂草株数	灭草株数	抑制株数	灭草率 (%)	再生杂草鲜重 (g)	再生杂草平均高 (cm)	
草甘膦+2,4-D丁酯(1 000+350)	153	150	3	98.0	16.7	17.7	剂量均按
草甘膦+威尔柏(900+240)	251	248	3	98.0	15.2	16.7	纯品计
草甘膦(对照)	271	263	8	97.1	30.0	23.0	

表3 硫酸铵对复合配方的增效作用

处 理(g/hm <sup>2</sup> )	杂 草 鲜 重 (g/m <sup>2</sup> )	灭 草 率 (%)
草甘膦+二甲四氯(35+15)	466.7	34.4
草甘膦+二甲四氯+硫酸(35+15+200)	416.7	41.1
草甘膦+2,4-D+硫酸(35+50+200)	316.6	55.5
空 白 对 照	711.0	0

### 3.2 草甘膦除草机理

3.2.1 草甘膦在植物体内的运输 据国外资料介绍<sup>[2]</sup>, 草甘膦是内吸传导型除草剂, 它可以随着叶子中的光合作用产物, 沿着韧皮部中的筛管运往生长旺盛的根尖、幼叶和顶芽, 抑制杂草生长, 最后使植物体内的水分失去平衡, 引起死亡。所以使用草甘膦可以斩草除根, 达到彻底灭绝的效果。试验采用广西化工实验厂生产的含量10%的草甘膦, 用毛笔涂于碱草一叶片上半部, 间隔一定时间后, 把涂药的部分剪掉, 其传导效果见表4。

表4 草甘膦对碱草的内吸传导作用

去药时间 (h)	受 害 程 度			
	无药害	药 害 (未死)	嫩尖 受害	药 害 (发黄) (死)
2				
4		10		
6			8	10 13
8			5	8 12
10			5	7 11
12			4	6 10

从表4得知, 碱草叶片上涂草甘膦后4h就对植物发生作用, 需要10d才能产生药害; 6h就能破坏杂草的生长优势, 8d其敏感部位嫩尖首先受害呈溃水状, 逐渐向根部传导, 需10d才发黄, 13d后, 整株碱草干枯死亡, 去药液时间晚, 致死的时间短, 草甘膦内吸传导性强, 能起到斩草除根之效。

3.2.2 草甘膦除草原因 根据室内测定, 草甘膦具有解偶联剂和抑制膜上ATP酶活性作用(表5、6)。

在较高浓度(10 ml)影响下, 随浓度增加, 希尔反应活力越高。明显地表现电子传递加速和光合磷酸化活力下降的解偶联现象, 其磷/氧从1.12下降到0.17, 十分显著。

在测定ATP酶活力的反应中加入不同浓度的草甘膦, ATP酶活力随草甘膦浓度增加而

表5 草甘膦对菠菜叶绿体光合磷酸化、希尔反应和磷氧比

处 理 (ml)	非循环光 合磷酸化	百分率 (%)	希 尔 反 应	百分率 (%)	磷/氧
对 照	194.8	100	347.6	100	1.12
草甘膦10	77.1	39.6	384.8	110.7	0.45
草甘膦20	38.1	19.6	440.7	126.8	0.17

表6 草甘膦对叶绿体膜上 ATP 酶活力的影响

处 理 (ml)	ATP 酶 活 力	百 分 率 (%)
对 照	52.7	100
草 甘 膦 10	27.5	51.5
草 甘 膦 20	20.5	38.9

下降，表明草甘膦对 ATP 酶活力有抑制效应。

### 3.3 配方成分及经济用量

表7 不同防除对象除草剂用量

用 量 (g/hm <sup>2</sup> )	防 除 对 象	除 草 效 果 (%)	抗 生 植 物
G1125 + M375 + S3000 + 柴油1500	天然草地机耕防火线第一次用药处理 (双子叶植物较多)	90以上	马 花 头
G2250 + M0 + S3000 + 柴油1500	天然草地机耕防火线第一次用药处理 (单子叶植物较多)	95以	马 花 头
G1125 + M0 + S3000 + 柴油1500	天然草地机耕防火线第一次用药处理 (单双子叶植物均少)	90以上	马 花 头
G750 + M0 + S3000 + 柴油1500	连续用药植物发生变化以双子叶植物 为主	98以上	—
G4500 + V1200	天然草地机耕防火线第一次用药处理 (灌木较多)	96以上	—

注：(1) 加0.1%~0.3%表面活性剂；(2) 加水量为 1000 kg/hm<sup>2</sup>；(3) G为草甘膦、M为二甲四氯、V为威尔柏、S为硫酸铵(均按纯品计)。

草甘膦——是配方中的主要成分，它经植物叶片吸收后，能很快地传导至地下根茎，使整株植物受到彻底破坏，从而达到斩草除根的目的，这是一般机耕深度所无法实现的，它是对单、双子叶植物均有防治效果的灭生性除草剂。

威尔柏——可提高配方对一些灌木的敏感性，提高除草效果。

二甲四氯——可提高配方对一些双子叶植物的敏感性，提高杀草谱。

硫酸铵——是草甘膦的增效剂，由于硫酸铵价格低廉，从而起到降低成本作用，它主要增加植物对除草剂的吸收作用。其用量一般以3 000 g/hm<sup>2</sup>为宜，超量易在喷口附近形成结晶，不利于操作。

柴油——减少药液挥发，利于植物对除草剂的吸收，减轻因雨水冲刷而使药物流失。

在药液混合体中，有极性很强的化合物，如水、除草剂、硫酸铵等，也有非极性化合物，如柴油。在含有疏水基、亲水基的表面活性剂作用之下，这些药物之间的相互结构关系的大致状况是：水为连续相，极性物质(草甘膦、二甲四氯或威尔柏、硫酸铵)都存在于连续相中，而且连续相中还分散着油滴，油滴外表为表面活性剂分子，其亲水基团与水分子联结成水膜，水膜之外即为水连续相，它们处于同一溶液体系中，互相促进，提高了对植物的毒性。

### 3.4 最佳施药期

16年来的试验表明,该地区最佳施药期为每年6月15日至7月5日,这是因为:①这一段正值“杂草发生高峰”期,便于“聚而歼之”,减少漏网现象;②优势杂草大部分处于营养生长和花前期,组织幼嫩,代谢旺盛,有足够吸收药的面积,从生理角度看,正处于对药物敏感阶段;③受药死亡的植株,可经7~8月高温和雨季有较为充分的腐烂分解时间。

各地区由于气候条件、立地条件不同,生长的植物类型不同,“最佳施药期”也不同,在应用化学除草开设防火线时,望事先作些试验和研究后再应用为好。

“干重”变化的高低是最能说明“防火效果”好坏的一个指标,其定义是:

$$\text{防火效果(\%)} = \frac{\text{对照小区单位面积干重(g)} - \text{施药小区单位面积干重(g)}}{\text{对照小区单位面积干重(g)}} \times 100\%$$

当防火效果为100%时,表明施药小区内保留植物残株很少,这时的防火作用则好。

在“最佳施药期”的范围内,也要根据春旱、降雨、杂草生长情况灵活掌握。

### 3.5 施药机械

在较开阔的山谷、山坡地段可采用“运五”型飞机喷洒除草剂,每500 m设一流动信号,弯度大的地段可适当增加信号,作业高度10~15 m,每公顷喷液量50~60 kg。选择在天气晴朗、二级风以下天气作业。

在各类草原特别是塔头沼泽地段,以采用自制的机引双翼喷雾机喷洒为宜。因它用木犁做载体,适应性大,平稳安全,受风力限制小,速度快,每小时作业6.6~10 hm<sup>2</sup>。

在陡坡和飞机、机引双翼喷雾器不能作业地段和飞机喷洒漏喷处以背负机动弥雾喷粉机喷洒较好,用人工背负,具有方便、灵活的特点。

### 参 考 文 献

- 1 陈国海. 林业化学除草技术. 北京: 学苑出版社, 1988.
- 2 John Wiley & Sons. Crop protection chemicals reference. Chemical and Pharmaceutical Press, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore, 1986.

## *Technology of Using Chemical Herbicides to Eliminate Weeds in Fire-preventing Lines*

Chen Guohai Li Jianguo Chen Hubao

**Abstract** To raise the effect of killing weeds on grassland, screening of chemical herbicides for fire-preventing lines was conducted in Inner Mongolia. Glyphosate + butlate and Glyphosate + Velpar were used as mixtures to carry out the experiments. The weed-eliminating rate of them could reach over 95%. Meanwhile, the mechanism of Glyphosate was also discussed.

**Key words** weed control by chemicals, fire-preventing line, herbicide, Glyphosate

Chen Guohai, Associate Professor, Li Jianguo (The Research Institute of Forestry, CAF Beijing 100091); Chen Hubao (Shenyang Academy of Chemical Industry, Ministry of Chemical Industry).