

# 高粱田间封闭除草剂的初步筛选

王江红, 孙 扬, 李光华, 马英慧, 周紫阳\*

(吉林省农业科学院, 长春 130033)

**摘要:**高粱是对除草剂敏感的作物。为筛选出适合高粱生产的除草剂, 本试验以吉杂 210 为试验材料, 对初步筛选的封闭除草剂进行田间试验。不同的除草剂种类和施用量会产生不同程度的药害, 对出苗率、株高、产量等产生影响。38% 莠去津、96% 金都尔两种除草剂在播后苗前使用是安全的, 对高粱生长无明显药害。

**关键词:**高粱; 除草剂; 杂草; 安全性; 筛选

中图分类号: S451.2

文献标识码: A

文章编号: 1003-8701(2017)06-0031-05

## A Preliminary Selection of Closed Herbicides of Sorghum Field

WANG Jianghong, SUN Yang, LI Guanghua, MA Yinghui, ZHOU Ziyang\*

(Jilin Academy of Agricultural Sciences, Changchun 130033, China)

**Abstract:** Sorghum is a crop which is sensitive to herbicides. In order to select herbicides which are suitable for sorghum, 'Jiza 210' was used in the field experiment to preliminary screening of closed herbicides. The results showed that different kinds of herbicides and content produced different degrees of phytotoxicity, and the germination rate, plant height, yield and other indicators were affected. 38% atrazine or 96% S-metolachlor used after sowing and before seedlings were safe, which have not obvious phytotoxicity to the growth of sorghum.

**Key words:** Sorghum; Herbicide; Weeds; Safety; Selection

农田杂草是影响农作物生产的重要因素之一。草害每年导致的全球直接经济损失达 950 亿美元左右。现今我国农田草害面积约 7 880 万  $\text{hm}^2$ , 直接经济损失近千亿元人民币<sup>[1]</sup>。利用除草剂进行化学防治杂草是高粱生产中的重要手段。封闭除草剂是指在播后苗前施用, 利用时差选择法进行除草, 一般播后立即施用。能有效降低杂草出草基数, 提前防控杂草。

近几年, 由于高粱在酿酒、健康食品加工、生产工业酒精和制作笤帚中的重要地位, 其商品价格稳中有升, 使高粱的种植面积逐年上升。高粱是一种对除草剂较敏感的农作物, 如果用药不当, 就会产生药害, 严重时抑制种子萌发、降低出苗率或影响其生长, 造成植株生长畸形甚至死亡<sup>[2-5]</sup>。随着高粱栽培技术水平的提高及农业机械化的推广, 草害成为影响其发展的一个重要问题<sup>[6]</sup>。施用除草剂是治理草害的主要手段, 但全

国农药市场中明确标明用于高粱的除草剂很少。现已展开对高粱除草剂的相关研究, 主要针对使用时期<sup>[7]</sup>、使用浓度<sup>[8]</sup>、不同土壤类型<sup>[9]</sup>和关于特用高粱<sup>[10]</sup>。据统计, 至 2011 年全国已登记用于高粱的除草剂仅有 26 种, 占总数的 0.5%<sup>[11]</sup>。除草剂种类少、效果不好且难以保证高粱的安全需求, 这成为制约其种植与生产的重要问题。

高粱属禾本科, 与其他禾本科作物亲缘关系较近, 在对除草剂的敏感度方面也相近。本研究从其他禾本科作物中筛选出除草效果好且安全性高的 11 种已登记的土壤封闭处理除草剂。对已在高粱生产中使用但并未登记的除草剂设置 2~3 种不同剂量的处理, 对未使用的设一个处理进行初步筛选。2~3 种处理的最高剂量与一次处理的剂量采用标签中标注的最高剂量或超出最高剂量的 10%, 若高剂量可安全使用, 那么低于此剂量也可放心使用。从 11 种除草剂中筛选出对高粱生长安全的除草剂, 以便在高粱生产中推广应用。

## 1 材料与方 法

### 1.1 试验地概况

试验地为黑土, pH 值 7.0, 有机质含量 2.0%。

收稿日期: 2017-09-19

基金项目: 吉林省农业科技创新工程项目(CXGC2017TD015)

作者简介: 王江红(1970-), 女, 副研究员, 主要从事高粱育种与栽培研究。

通讯作者: 周紫阳, 男, 博士, 研究员, E-mail: ziyang\_z@163.com

垄距 0.62 m, 地势平整, 肥力均匀, 机械播种。前茬作物为花生, 未施用任何除草剂除草。

### 1.2 供试材料

供试高粱品种: 吉杂 210。

供试除草剂: 38% 莠去津(吉化集团农药化工有限公司)、80% 阔草清(美国陶氏益农公司)、27% 2,4-D 丁酯(大连松辽化工有限公司)、50% 扑草净(吉化集团农药化工有限公司)、96% 金都尔(瑞士先正达作物保护有限公司)、72% 异丙甲草胺(哈尔滨利民农化技术有限公司)、99% 乙草胺(美国孟山都公司)、33% 二甲戊灵(江苏龙灯化学有限公司)、20% 氯磺隆(溧化化工有限公司)、10% 甲磺隆(溧阳化学有限公司)、50% 异丙隆(江苏快达农化股份有限公司)。

### 1.3 试验方法

试验选用 11 种封闭处理药剂, 每种设置 1~3 个不同剂量处理, 最高剂量处理均为标签中标注的最高剂量或超出 10%。11 种药剂均为除草效果好并且已在其他禾本科作物上登记的除草剂, 在高粱播种后第二天严格按照用量配比人工喷施于地表。共 23 个处理 1 个对照, 3 次重复共 72 个小区, 每小区 4 垄, 垄长 6 m, 垄距 0.62 m, 小区面积  $0.62 \times 6 \times 4 = 14.9 \text{ m}^2$  (称药时按  $16 \text{ m}^2$  计算)。处理编号及使用剂量见表 1。

## 2 结果与分析

### 2.1 除草剂对出苗率的影响

从表 1 可知: 38% 莠去津对高粱出苗率只有 1% 的影响, 可忽略不计。80% 阔草清  $60 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 3%,  $75 \text{ g/hm}^2$  出苗率降低 14%, 可见阔草清对高粱有一定药害。27% 2,4-D 丁酯  $400 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 20%,  $450 \text{ g/hm}^2$  出苗率降低 29%, 可见 27% 2,4-D 丁酯对高粱药害较严重。50% 扑草净  $1200 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 4%, 药害较轻。96% 金都尔  $1200 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 2%,  $1500 \text{ g/hm}^2$  降低 3%, 可见药害较轻。72% 异丙甲草胺  $1500 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 29%,  $1800 \text{ g/hm}^2$  降低 31%, 药害较严重。99% 乙草胺  $1500 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 64%,  $1800 \text{ g/hm}^2$  降低 69%, 药害非常严重。33% 二甲戊灵  $1500 \text{ g/hm}^2$ 、 $1800 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率均降低 19%, 药害较严重。20% 氯磺隆  $30 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 4%,  $40 \text{ g/hm}^2$  降低 6%, 药害较轻。10% 甲磺隆  $12 \text{ g/hm}^2$  施用量出苗率降低 11%,  $15 \text{ g/hm}^2$  降低 24%, 药害较严重。50% 异丙隆  $1200 \text{ g/hm}^2$ 、 $1500 \text{ g/hm}^2$

施用量出苗率均降低 9%, 有一定药害。

表 1 处理编号及使用剂量

处理编号	药剂名称	有效成分量 ( $\text{g/hm}^2$ )	制剂量 ( $\text{g/hm}^2$ )	出苗率 (%)
T <sub>1</sub>	38% 莠去津	1 200	3 158	98
T <sub>2</sub>	38% 莠去津	1 500	3 947	98
T <sub>3</sub>	38% 莠去津	1 800	4 737	98
T <sub>4</sub>	80% 阔草清	60	75	96
T <sub>5</sub>	80% 阔草清	75	94	85
T <sub>6</sub>	27% 2,4-D 丁酯	400	1 481	79
T <sub>7</sub>	27% 2,4-D 丁酯	450	1 667	70
T <sub>8</sub>	50% 扑草净	1 200	2 400	95
T <sub>9</sub>	96% 金都尔	1 200	1 250	97
T <sub>10</sub>	96% 金都尔	1 500	1 563	96
T <sub>11</sub>	96% 金都尔	1 800	1 875	92
T <sub>12</sub>	72% 异丙甲草胺	1 500	2 083	70
T <sub>13</sub>	72% 异丙甲草胺	1 800	2 500	68
T <sub>14</sub>	99% 乙草胺	1 500	1 515	35
T <sub>15</sub>	99% 乙草胺	1 800	1 818	30
T <sub>16</sub>	33% 二甲戊灵	1 500	4 545	80
T <sub>17</sub>	33% 二甲戊灵	1 800	5 455	80
T <sub>18</sub>	20% 氯磺隆	30	150	95
T <sub>19</sub>	20% 氯磺隆	40	200	93
T <sub>20</sub>	10% 甲磺隆	12	120	88
T <sub>21</sub>	10% 甲磺隆	15	150	75
T <sub>22</sub>	50% 异丙隆	1 200	2 400	90
T <sub>23</sub>	50% 异丙隆	1 500	3 000	90
ck	人工除草	不施药		99

注: 以上出苗率为 3 次重复平均值

### 2.2 封闭除草剂对高粱的药害

在调查中发现: 27% 2,4-D 丁酯  $400 \text{ g/hm}^2$  (T<sub>6</sub>)、 $450 \text{ g/hm}^2$  (T<sub>7</sub>), 99% 乙草胺  $1500 \text{ g/hm}^2$  (T<sub>4</sub>)、 $1800 \text{ g/hm}^2$  (T<sub>5</sub>), 10% 甲磺隆  $12 \text{ g/hm}^2$  (T<sub>20</sub>)、 $15 \text{ g/hm}^2$  (T<sub>21</sub>) 对高粱产生严重药害。

27% 2,4-D 丁酯  $400 \text{ g/hm}^2$ 、 $450 \text{ g/hm}^2$  使高粱生长畸形, 新叶卷曲, 不展开成筒状。

99% 乙草胺  $1500 \text{ g/hm}^2$ 、 $1800 \text{ g/hm}^2$ , 10% 甲磺隆  $12 \text{ g/hm}^2$ 、 $15 \text{ g/hm}^2$  使高粱苗大部分死亡, 剩下小部分苗矮、细, 明显受药物影响而生长不良。

### 2.3 封闭除草剂对高粱株高、鲜重的影响

表 2、表 3 为施药后 20 d、45 d 高粱株高、鲜重调查数据。T<sub>6</sub>、T<sub>7</sub>、T<sub>4</sub>、T<sub>5</sub>、T<sub>20</sub>、T<sub>21</sub> 对高粱生长产生严重药害, 不可使用, 不进行调查。

由表 2 可以看出, 土壤封闭处理施药后 20 d, T<sub>9</sub> 与对照相比株高鲜重均无显著差异, T<sub>10</sub> 与对照相比无显著差异。

由表3可以看出,土壤封闭处理施药后45 d, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>与对照相比株高、鲜重无显著差异, T<sub>4</sub>、T<sub>5</sub>、T<sub>8</sub>、T<sub>9</sub>、T<sub>10</sub>、T<sub>11</sub>、T<sub>12</sub>、T<sub>13</sub>、T<sub>16</sub>、T<sub>17</sub>与对照相比株高、鲜重无显著差异, T<sub>18</sub>、T<sub>19</sub>、T<sub>22</sub>、T<sub>23</sub>与对照相比株高、鲜重无显著差异, T<sub>1</sub>、T<sub>2</sub>、T<sub>3</sub>与对照相比株高、鲜重无显著差异。

表2 土壤处理高粱株高、鲜重(施药后20 d)

处理编号	株高均值	5%显著水平	1%极显著水平	鲜重均值	5%显著水平	1%极显著水平
T <sub>1</sub>	33.50	def	CD	4.53	cd	DE
T <sub>2</sub>	36.22	bcd	BC	4.69	cd	DE
T <sub>3</sub>	35.60	bcde	BCD	4.98	c	CD
T <sub>4</sub>	32.99	ef	CD	3.65	de	DEF
T <sub>5</sub>	27.68	g	F	2.18	f	F
T <sub>8</sub>	36.59	bc	BC	5.22	c	CD
T <sub>9</sub>	40.25	a	A	7.72	a	AB
T <sub>10</sub>	37.68	b	AB	6.96	ab	AB
T <sub>11</sub>	35.44	bcde	BCD	6.29	b	BC
T <sub>12</sub>	33.18	ef	CD	4.00	cde	DE
T <sub>13</sub>	34.57	cdef	BCD	4.65	cd	DE
T <sub>16</sub>	35.76	bcde	BC	5.09	c	CD
T <sub>17</sub>	31.94	f	DE	5.09	c	CD
T <sub>18</sub>	33.43	ef	CD	4.04	cde	DE
T <sub>19</sub>	29.35	g	EF	3.11	ef	EF
T <sub>22</sub>	33.52	def	CD	4.11	cde	DE
T <sub>23</sub>	33.87	cdef	CD	4.13	cde	DE
ck	40.78	a	A	7.85	a	A

表3 土壤处理高粱株高、鲜重(施药后45 d)

处理编号	株高均值(cm)	5%显著水平	1%极显著水平	鲜重均值(g)	5%显著水平	1%极显著水平
T <sub>1</sub>	81.81	abc	A	96.26	ab	AB
T <sub>2</sub>	82.17	abc	A	103.66	a	A
T <sub>3</sub>	82.70	ab	A	89.55	bc	ABC
T <sub>4</sub>	79.38	abcd	ABC	59.20	fgh	EFG
T <sub>5</sub>	69.73	g	E	43.46	i	G
T <sub>8</sub>	78.04	bcde	ABCD	58.22	fgh	EFG
T <sub>9</sub>	79.01	abcd	ABC	72.84	de	CDE
T <sub>10</sub>	74.15	efg	CDE	46.10	hi	G
T <sub>11</sub>	73.45	efg	CDE	53.04	ghi	FG
T <sub>12</sub>	70.80	fg	E	43.43	i	G
T <sub>13</sub>	72.23	fg	DE	47.69	ghi	G
T <sub>16</sub>	81.46	abc	AB	95.46	ab	AB
T <sub>17</sub>	82.13	abc	A	94.00	abc	AB
T <sub>18</sub>	77.53	cde	ABCD	68.33	def	DEF
T <sub>19</sub>	75.18	def	BCDE	61.02	efg	EFG
T <sub>22</sub>	83.66	a	A	74.48	d	CDE
T <sub>23</sub>	82.64	ab	A	81.64	cd	BCD
ck	83.91	a	A	105.30	a	A

#### 2.4 封闭除草剂对高粱产量的影响

用五点法测产,每点取5×2=10株。Spss计算显著性水平。

表4为土壤处理产量调查结果,可以看出T<sub>1</sub>、T<sub>9</sub>、

T<sub>10</sub>、T<sub>11</sub>、T<sub>12</sub>、T<sub>13</sub>、T<sub>16</sub>、T<sub>17</sub>与对照相比均无显著差异。

表4 土壤处理粒重

处理编号	平均单穗粒重(g)	5%显著水平	1%极显著水平
T <sub>1</sub>	75.44	a	AB
T <sub>2</sub>	50.44	d	E
T <sub>3</sub>	57.88	cd	E
T <sub>4</sub>	53.66	cd	E
T <sub>5</sub>	60.55	cd	CDE
T <sub>8</sub>	59.00	cd	DE
T <sub>9</sub>	75.78	a	AB
T <sub>10</sub>	73.18	ab	ABCD
T <sub>11</sub>	75.00	a	ABC
T <sub>12</sub>	75.00	a	ABC
T <sub>13</sub>	73.22	ab	ABCD
T <sub>16</sub>	74.55	a	ABCDE
T <sub>17</sub>	74.88	a	ABC
T <sub>18</sub>	61.66	c	BCDE
T <sub>19</sub>	63.55	bc	BCDE
T <sub>22</sub>	63.55	bc	BCDE
T <sub>23</sub>	54.11	cd	E
T <sub>24</sub>	79.19	a	A

### 3 讨论

#### 3.1 高粱对除草剂的药害表现

有部分研究报道是根据除草剂的类型划分药害<sup>[12]</sup>,这种分类方法简明直接,容易将各类药害症状加以区别。①芳氧苯氧丙酸类除草剂,此类除草剂相对来说较易对作物形成药害,最先影响幼嫩生长组织,心叶枯黄,继而老叶发黄、变紫,然后枯死,整个植株生长受抑制,植株矮小。②二硝基苯胺类除草剂,此类除草剂的典型症状是根生长受抑制,根短而粗,根尖变厚,茎基或胚轴膨大,严重受害时不能出苗。③三氮苯类除草剂,此类除草剂对作物药害症状为脉间失绿、叶缘发黄,进而叶片完全失绿、枯死。老叶片受害比新叶片重。④取代脲类除草剂,此类除草剂和三氮苯类除草剂的药害相似。⑤二苯醚类除草剂,此类除草剂的药害症状为叶片坏死斑。严重受害,整个叶片干枯、脱落。在正常剂量下,作物叶片也会有小烧伤斑点,但对作物生长无太大的影响。⑥硫代氨基甲酸酯类除草剂,此类除草剂造成禾本科作物叶片不能从胚芽鞘中正常抽出,阔叶作物叶片畸形成杯状。⑦酰胺类除草剂,此类除草剂的典型药害症状是幼苗矮化、畸形。单子叶作物受害症状为心叶卷曲,不能正常展开。双子叶作物幼苗叶片皱缩成杯状,中脉缩短,叶尖向内凹。⑧联吡啶类除草剂,此类除草剂的药害

症状为叶片出现灼烧斑、枯死和脱落。⑨磺酰脲类和咪唑啉酮类除草剂,此类除草剂的药害症状出现较慢,在施药后1~2周才逐渐出现分生组织区失绿、坏死,进而才发生叶片失绿、坏死。⑩激素类除草剂,作物药害的典型症状是畸形,如叶片皱缩、成葱叶状,茎和叶柄弯曲,抽穗困难,穗畸形。药害症状持续时间长,在作物生育初期受害,在后期仍能表现出受害症状<sup>[13]</sup>。

对比前人的研究结论和其他相关高粱除草剂筛选的论文<sup>[4,14]</sup>,发现将其它作物的除草剂施用量用于高粱,其中许多处理发生药害。证明高粱对除草剂比较敏感,施用除草剂需谨慎。有研究表明对于植物抗除草剂特性,主要来源于抗除草剂基因<sup>[15]</sup>。这也许会对高粱的研究产生影响。

#### 3.2 苗期药害对后期生长与产量的影响

试验结果表明,药害产生后会影响到苗期生长。药害越严重影响越大。而当高粱苗期的生长受影响时,其后期的生长与结实在一定程度上会被影响。苗期生长与生理生长、生殖生长呈正相关。谭学文在对草莓的实验中也有类似结论<sup>[16]</sup>。

### 4 结论

38% 莠去津有效成分用量在小于等于1 800 g/hm<sup>2</sup>时对高粱出苗无影响,但对前期生长有负面影响。表现为苗矮、瘦,不过随着生长,高粱慢慢恢复正常且不影响最终产量,建议播种时适当多播,出苗后留壮苗。

96% 金都尔有效成分用量在小于等于1 800 g/hm<sup>2</sup>时出苗与苗前期生长正常,但中期长势较弱,不影响产量,生产中可以使用。

33% 二甲戊灵有效成分用量在小于等于1 800 g/hm<sup>2</sup>时高粱出苗率受影响但出苗80%以上,出苗后长势较弱,40 d可恢复正常,且不影响高粱产量,建议播种时适当多播,出苗后留壮苗。

72% 异丙甲草胺有效成分用量在小于等于1 800 g/hm<sup>2</sup>时对高粱出苗无影响,但高粱长势很弱,抵抗力低,不过不影响高粱产量,在无更好的选择下可谨慎使用。

#### 参考文献:

- [1] 强 胜,陈世国.生物除草剂研发现状及面临的机遇与挑战[J].杂草学报,2011,29(1):1-6.
- [2] 李志华,张 飞,朱 凯,等.不同除草剂施用下高粱芽苗生物学性状的响应[J].西南农业学报,2016,29(10):2383-2387.
- [3] 王艳秋,张 飞,邹剑秋,等.不同除草剂处理下高粱出苗

- 及光合物质生产[J].西北农业学报,2013,22(10):108-115.
- [4] 张 娣,潘映雪,隋虹杰,等.高粱播后苗前和苗后除草剂的初步筛选[J].东北农业科学,2016,41(1):78-80.
- [5] 石永顺.高粱除草剂的筛选与评价[J].园艺与种苗,2009,29(6):403-404.
- [6] 景小兰,董良利,张建华,等.中国除草剂的发展现状及其在高粱上的应用[J].中国农学通报,2015,31(25):182-185.
- [7] 刘天朋,赵甘霖,倪先林,等.不同除草剂在不同时期施用的除草效果及对高粱生长的影响[J].安徽农业科学,2012(36):17564-17566.
- [8] 郭立君,曾贤杰,胡照云,等.不同浓度除草剂对两系杂交糯高粱父母本生长的影响[J].湖南农业科学,2015(10):29-31.
- [9] 孙学保,宋朝辉,王文庆,等.不同类型土壤甜高粱播前除草剂筛选试验[J].中国糖料,2016,38(2):41-43.
- [10] 宋朝辉,孙学保,李永德,等.甜高粱苗期除草剂筛选试验[J].中国糖料,2016,38(2):44-45.
- [11] 张 静.我国除草剂的登记现状及其发展趋势分析[D].石家庄:河北农业大学,2013.
- [12] 商立云.浅析酿酒原料对白酒风味质量的作用[N].华夏酒报,2011-1-7(013).
- [13] 王兆振,毕亚玲,丛 聪,等.除草剂对作物的药害研究[J].农药科学与管理,2013,34(5):68-73.
- [14] 邓志兰,李 默,李 岩,等.不同除草剂对高粱地杂草防除效果[J].吉林农业科学,2015,40(4):54-59.
- [15] 任江萍,王爱萍,王智琴,等.植物抗除草剂基因研究进展[J].山西农业大学学报(自然科学版),2001,21(2):168-172.
- [16] 谭学文.苗期不同营养液处理对草莓产量形成的影响[J].华北农学报,1996,11(4):123-125.

(责任编辑:王 昱)



- editing for target gene mutations in wheat[J]. G3 Genes Genomes Genet, 2013,3: 2233-2238.
- [23] Xie K, Zhang J, Yang Y. Genome-wide prediction of highly specific guide RNA spacers for CRISPR - Cas9-mediated genome editing in model plants and major crops[J]. Mol Plant, 2014, 7: 923-926.
- [24] Zhang H, Zhang J, Wei P, et al. The CRISPR/Cas9 system produces specific and homozygous targeted gene editing in rice in one generation[J]. Plant Biotechnol J, 2014, 12: 797-807.
- [25] Zhou H, Liu B, Weeks D P, et al. Large chromosomal deletions and heritable small genetic changes induced by CRISPR/Cas9 in rice[J]. Nucleic Acids Res, 2014, 42(17): 10903-10914.
- [26] Cai Y, Chen L, Liu X, et al. CRISPR/Cas9-mediated genome editing in soybean hairy roots[J]. PLoS ONE, 2015: 10, e0136064.
- [27] Hale CR, Zhao P, Olson S, et al. RNA-Guided RNA Cleavage by a CRISPR RNA-Cas Protein Complex[J]. Cell, 2009, 139(5): 945-956.
- [28] Zhang F, et al. Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems[J]. Science, 2013, 339(6121): 819-823.
- [29] Westra E R, Swarts DC, Staals RH, et al. The CRISPRs, they are a-changin': How prokaryotes generate adaptive immunity. Annu Rev Genet, 2012, 46: 311-339.
- [30] Marraffini L A, Sontheimer E J. CRISPR interference: RNA-directed adaptive immunity in bacteria and archaea[J]. Nature Rev Genet, 2010, 11(3): 181-190.
- [31] Jiang W, Bikard D, Cox D, et al. RNA-guided editing of bacterial genomes using CRISPR-Cas systems[J]. Nature Biotechnology, 2013, 31: 233-239.

(责任编辑:王 昱)