

## 土壤中氟磺胺草醚残留对后茬玉米生长及其酶活性的影响

### Effects of fomesafen residues in soil on the growth and enzyme activities of later crop maize

陶波\* 郭静 白杰

(东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

TAO Bo\* GUO Jing BAI Jie

(College of Agriculture, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, Heilongjiang Province, China)

氟磺胺草醚是二苯醚类除草剂,主要用于防除大豆田内的阔叶杂草,在土壤中残效期较长,其药害极易对后茬作物造成影响。近年来随着玉米种植面积的不断扩大,氟磺胺草醚残留对后茬玉米的不良影响日益突出(郑景瑶等,2013)。本研究拟通过测定玉米中靶标酶、代谢酶和抗氧化酶的活性变化来分析氟磺胺草醚对玉米生长的影响,以期为玉米安全生产提供科学依据。

#### 1 材料与方法

##### 1.1 材料

供试玉米品种及农药:玉米品种为东农253,种子由黑龙江唯农种业有限公司提供。25%氟磺胺草醚(fomesafen)水剂,瑞士先正达公司。

试剂及仪器:植物多酚氧化酶(polyphenol oxidase, PPO)、超氧化物歧化酶(superoxide dismutase, SOD)、过氧化物酶(peroxidase, POD)和谷胱甘肽S-转移酶(glutathione S-transferase, GST)试剂盒,南京建成生物科技有限公司。TU-1901双光束紫外可见分光光度计,北京普析通用仪器有限责任公司;RXZ型智能人工气候箱,宁波江南仪器厂。

##### 1.2 方法

不同浓度氟磺胺草醚对玉米生长的影响:挑选饱满、大小均一的玉米种子消毒2 h、浸种24 h后催芽,待种子露白后备用。于2018年5月在东北农业大学试验田中无施药地块采集土壤,自然风干后去除杂质,取供试土样20 kg,加入氟磺胺草醚,使其在土壤中浓度分别为0(CK)、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6 mg/kg。将含不同浓度氟磺胺草醚的土壤分别装入42个营养钵中,每钵播种5粒露白种子,每个浓度为1个处理,每个处理6次重复。将营养钵放入白天温度25℃、夜间温度22℃、相对湿度39%、光周期

L8:D16的人工气候箱中培养,玉米4叶期时从每个营养钵中随机选择1株玉米苗,用直尺测量其株高和根长,用分析天平称量其鲜重,每个处理调查6株。

不同浓度氟磺胺草醚对玉米中PPO、SOD、POD和GST活性的影响:每个处理随机选择3株玉米苗于玉米4叶期后第4、6、8、10、12天测定SOD、POD和PPO活性,第12天测定玉米GST活性。酶活性测定:取叶片0.2 g按照SOD试剂盒说明书进行提取并于560 nm波长处测定吸光值,取叶片0.2 g按照POD试剂盒说明书进行提取并于470 nm波长处测定吸光值,取0.2 g地上部分剪碎按照PPO试剂盒说明书进行提取并于630 nm波长处测定吸光值,取根、茎、叶各0.2 g按照GST试剂盒说明书提取并于340 nm波长处测定吸光值,根据吸光值计算SOD、POD、PPO和GST活性,根据公式计算SOD活性增长率、POD活性增长率、PPO活性抑制率和GST活性抑制率。SOD/POD活性增长率=(处理叶片SOD/POD活性-对照叶片SOD/POD活性)/对照叶片SOD/POD活性×100%,PPO活性抑制率=(对照地上部分PPO活性-处理地上部分PPO活性)/对照地上部分PPO活性×100%,GST活性抑制率=(对照GST活性-处理GST活性)/对照GST活性×100%。

##### 1.3 数据分析

采用DPS 7.05统计软件进行数据分析,应用Duncan氏新复极差法进行差异显著性检验。

#### 2 结果与分析

##### 2.1 不同浓度氟磺胺草醚对玉米生长的影响

随着土壤中氟磺胺草醚浓度的增加,其对玉米生长的影响越显著。当土壤中氟磺胺草醚浓度超过0.2 mg/kg时,玉米根长即受到显著抑制( $P<0.05$ );当土壤中氟磺胺草醚浓度超过0.3 mg/kg时,玉米株

高和鲜重均受到显著抑制( $P<0.05$ ,表1)。

## 2.2 不同浓度氟磺胺草醚对玉米酶活性的影响

当土壤中氟磺胺草醚浓度为0.1~0.2 mg/kg时,玉米叶片中SOD活性增长率随着时间的变化呈下降趋势;浓度为0.4~0.6 mg/kg时,SOD活性增长率呈先下降后升高再下降的趋势(图1-A)。浓度为0.1~0.3 mg/kg时,POD活性增长率变化不明显,浓度超过0.3 mg/kg时,前8 d缓慢下降后又逐渐上升,第10天达到最大值(图1-B)。0.1~0.3 mg/kg时,PPO活性抑制率变化不明显,浓度超过0.3 mg/kg时,抑制率随着时间的增加呈上升趋势,处理后第12天达到最大值(图1-C)。玉米GST活性抑制率随氟磺胺草醚浓度增加呈先下降后升高的趋势,浓度为0.2 mg/kg时抑制作用最低(表1)。

表1 不同浓度氟磺胺草醚对玉米生长和GST活性抑制率的影响

Table 1 Effects of different concentrations of fomesafen on the growth and inhibition rate of GST of corn

氟磺胺草醚浓度 Concentration of fomesafen/(mg/kg)	株高 Plant height/cm	根长 Root length/cm	鲜重 Fresh weight/g	GST活性抑制率 Inhibition rate of GST/%		
				根 Root	茎 Stem	叶 Leaf
0.0(CK)	18.24±0.69 Aa	16.25±0.48 Aa	2.16±0.05 Aa	-	-	-
0.1	18.17±0.42 Aa	15.95±0.48 ABA	2.19±0.08 Aa	0.00±0.00 Ee	-2.49±0.07 Ee	-3.35±0.50 Ee
0.2	17.55±0.58 Aa	15.24±0.21 Bb	2.19±0.10 Aa	-5.00±0.50 Ff	-5.00±0.35 Ee	-20.00±1.59 Ff
0.3	15.70±0.62 Bb	13.39±0.66 Cc	1.64±0.50 Bb	20.25±1.60 Dd	20.23±1.67 Dd	6.64±0.62 Dd
0.4	14.78±0.84 BCc	12.89±0.34 Cc	1.43±0.07 BCbc	35.02±1.70 Cc	30.88±2.21 Cc	20.35±2.81 Cc
0.5	13.82±0.82 CDd	11.70±0.61 Dd	1.32±0.17 BCcd	55.43±2.45 Bb	50.37±2.71 Bb	33.03±4.10 Bb
0.6	12.95±0.94 De	10.92±0.52 Ee	1.12±0.11 Cd	68.76±1.50 Aa	65.23±1.08 Aa	42.41±2.63 Aa

表中数据为平均数±标准差。同列不同大、小写字母表示经Duncan氏新复极差法检验在 $P<0.01$ 或 $P<0.05$ 水平差异显著。Data are mean±SD. Different uppercase or lowercase letters in the same column indicate significant difference at  $P<0.01$  or  $P<0.05$  level by Duncan's new multiple range test, respectively.

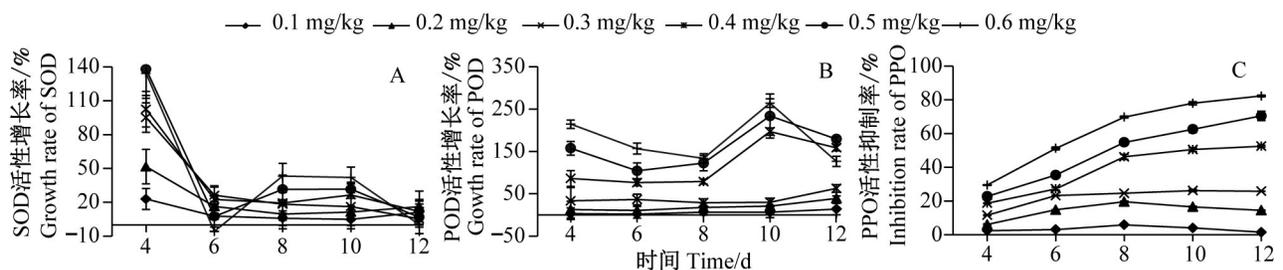


图1 不同浓度氟磺胺草醚对玉米SOD、POD、PPO活性的影响

Fig. 1 Effects of different concentrations of fomesafen on the enzyme activities of SOD, POD and PPO in maize

## 参考文献 (References)

GUO YL, SONG WF, LI M, HUANG CY, WANG Y, HUANG YJ. 2014. Sensibility difference between different varieties of maize to fomesafen. *Journal of Northeast Agricultural University*, 45(11): 14-21 (in Chinese) [郭玉莲, 宋伟丰, 李明, 黄春艳, 王宇, 黄元炬. 2014. 不同玉米品种对氟磺胺草醚的敏感性差异. *东北农业大学学报*, 45(11): 14-21]

LUKATKIN AS, GARKOVA AN, BOCHKARJOVA AS, NUSHTAEVA OV, TEIXEIRA DA SILVA JA. 2013. Treatment with the her-

## 3 讨论

除草剂对作物产生逆境胁迫的同时,作物也会通过体内各种酶活的变化产生抗性应激反应。郭玉莲等(2014)认为PPO活性差异是玉米对氟磺胺草醚产生耐药性的原因之一。本研究结果表明,低浓度氟磺胺草醚胁迫下玉米PPO活性没有明显变化,高浓度时受到明显抑制,可能是低浓度下玉米体内GST、SOD和POD活性的升高,导致对氟磺胺草醚的靶合作用增强,能有效清除活性氧自由基,从而保护了玉米免受氟磺胺草醚的伤害。Lukatkin et al. (2013)也曾报道,在低浓度除草剂胁迫下,玉米叶片中抗氧化酶活性显著提高,除草剂对其毒害作用减轻。后期可根据这4种酶的基因表达来深入研究玉米对氟磺胺草醚药害的耐受机制。

bicide TOPIK induces oxidative stress in cereal leaves. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 105(1): 44-49

ZHENG JY, WANG BH, YUE ZH, GUO LB, TIAN Y, LIU BL. 2013. Effects of fomesafen on microorganism quantity and enzyme activities in black soil. *Journal of Plant Protection*, 40(5): 468-472 (in Chinese) [郑景瑶, 王百慧, 岳中辉, 郭立波, 田宇, 刘宝林. 2013. 氟磺胺草醚对黑土微生物数量及酶活性的影响. *植物保护学报*, 40(5): 468-472]

(责任编辑:张俊芳)