

磺酰脲类除草剂对玉米的安全性 及在土壤中降解动态研究

陈锡岭, 李广领, 孔凡彬, 谢国红
(河南科技学院植物保护系, 河南 新乡 453003)

摘要: 采用室内模拟添加法、盆栽法, 研究了噻磺隆、苄嘧磺隆、苯磺隆 3 种磺酰脲类除草剂对不同玉米品种的安全性及对玉米幼苗的影响, 同时, 对 3 种磺酰脲类除草剂在土壤中的降解动态进行了研究。结果表明: 供试玉米品种对 3 种磺酰脲类除草剂存在不同程度的敏感性差异, 该类除草剂 ED₁₀ 以上剂量对玉米苗期的根长、株高、叶面积有明显的影响; 苯磺隆、噻磺隆和苄嘧磺隆在土壤中降解的半衰期分别为 3.6 d、6.3 d、15.4 d。在推荐剂量下, 只有苄嘧磺隆会对后茬玉米造成药害。

关键词: 磺酰脲类除草剂; 玉米; 敏感性; 降解动态; 生物测定

中图分类号: S482.4⁺4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004—3268(2005)05—0042—04

Studies on Safety of Sulfonylurea Herbicides to Maize and Degradation Dynamics in Soil

CHEN Xi-ling, LI Guang-ling, KONG Fan-bin, XIE Guo-hong

(Department of Plant Protection, Henan Institute of Science and Technology, Xinxiang 453003, China)

Abstract: Studies on the methods of indoor modeling addition and pot culture showed that there was different sensitivity of different maize varieties to 3 kinds sulfonylurea herbicides. The concentration of 3 kinds of sulfonylurea herbicides beyond ED₁₀ had obvious effect on length of roots, height of plant, area of leaves in maize seedling. The half-life of tribenuron, thifensulfuron-methyl and bensulfuron-methyl was 3.6 d, 6.3 d, 15.4 d respectively. Under the application dose that used in the wheat field, only the tribenuron-methyl among 3 kinds of sulfonylurea herbicides resulted in damage to the next maize crop.

Key words: Sulfonylurea herbicides; Maize; Sensitivity; Degradation dynamics; Bioassay

杜邦公司 George Levitt 博士于 1973 年研制出第 1 个磺酰脲类除草剂, 使除草剂进入了超高效时代, 它以超高效[其生物活性超过传统除草剂的 100~1 000 倍, 用量由以前的 1~3 kg/hm² (ai) 变为 1~150 g/hm² [1] (ai)]、广谱、低毒、高选择性、对哺乳动物和鱼类毒性较低、在环境中易降解等特点, 引起了人们的极大关注[2]。目前, 在我国试验或已登记的有近 20 个品种, 其中多数品种被用于麦田除草, 效果显著。目前, 世界上正在广泛应用, 而且仍在继续开发。但磺酰脲类除草剂在使用过程中也存在一些问题, 如作物品种的敏感性、杂草的抗药性、

残留药害等。在小麦主产区, 其后茬多种植玉米, 研究该类除草剂在土壤中的降解及其对玉米安全性的影响具有现实指导意义。

有关作物对磺酰脲类除草剂敏感性的研究方法主要有化学测定法、酶联免疫法、仪器分析法、生物测定法等。生物测定法具有简便、快速、廉价、检测水平低(可达 0.01~0.05 μg/kg)等特点, 而化学测定法、酶联免疫法和仪器分析法存在灵敏度等问题, 生物测定法便显得重要而实用[3]。国内外众多学者已经研究了该方法的有效性、准确性、可行性及与化学测定方法结果的一致性, 并肯定了生物测定的

收稿日期: 2004—10—18
作者简介: 陈锡岭(1962—), 男, 河南滑县人, 教授, 硕士, 主要从事农药环境毒理学研究。E-mail: chenxiling@hvtc.edu.cn

价值。玉米是测定磺酰脲类除草剂安全性的良好指示生物^[4],我们选用生产上广泛使用的3种磺酰脲类除草剂和3种生产上种植面积较大的玉米品种进行了试验。旨在明确不同的玉米品种对这3种除草剂的敏感性及除草剂在土壤中的降解动态,以指导大田生产中选用合适的除草剂品种及安全合理用药,尽可能使后茬作物玉米免受其害。

1 材料与方法

1.1 材料

供试玉米品种:郑单958、登海9号、农大108,均由新乡市种子公司提供。

供试药剂:农药标准品噻磺隆(thifensulfuron-methyl)98.5%、苄嘧磺隆(bensulfuron-methyl)97%和苯磺隆(tribenuron-methyl)98%(上海安谱公司提供);15%噻磺隆可湿性粉剂(江苏省常州瑞丰农药厂)、10%苄嘧磺隆可湿粉剂(安徽华星化工股份有限公司)、10%苯磺隆可湿性粉剂(江苏富田农化有限公司)。

供试设备:LRH-250-GS型人工气候箱(广东省医疗器械厂生产)。

1.2 试验方法

1.2.1 磺酰脲类除草剂对不同玉米品种根长抑制试验 采用室内沙基添加法,在直径9.00 cm培养皿中加入100 g洁净干沙(沙子经水洗,烘干,过40目筛),分别加入预先配制好的一定浓度的噻磺隆、苄嘧磺隆、苯磺隆(均为农药标准品)溶液25 ml(加入等量蒸馏水为空白对照),使沙子中的噻磺隆、苄嘧磺隆、苯磺隆的最终浓度分别为0.05 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、0.25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、0.50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、1.00 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、2.00 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 。精选大小一致的玉米种子,在25 $^{\circ}\text{C}$ 下用0.1%多菌灵溶液浸种2 h,每皿放置8粒种子,将种子全部埋入沙子中,每处理3次重复,于人工气候箱中,温度为(28 \pm 1) $^{\circ}\text{C}$ 、湿度95%、光照昼夜比14 h/10 h的条件下培养72 h,培养期间每24 h加水5 ml/皿。培养结束冲洗玉米根,测量根长,计算不同浓度对根生长抑制率,以相对抑制率的机率值(y)和经数据无量纲标准化处理,分别建立回归方程,计算ED₅₀值和ED₁₀值,用以评价不同品种对磺酰脲类除草剂敏感性差异。

1.2.2 磺酰脲类除草剂对玉米苗期生长的影响(盆栽试验) 取河南科技学院园土(无使用除草剂历

史,pH 8.1的壤质土壤),风干,以郑单958为盆栽供试品种。用一定浓度的噻磺隆、苄嘧磺隆、苯磺隆200 ml分别与800 g风干土拌匀,使土中药剂的有效成分分别为:噻磺隆 $3.011\times 10^{-3}\mu\text{g}/\text{kg}$ (1/100 ED₁₀)、 $3.011\times 10^{-1}\mu\text{g}/\text{kg}$ (ED₁₀)、 $1.342\times 10^2\mu\text{g}/\text{kg}$ (ED₅₀)、 $2.684\times 10^2\mu\text{g}/\text{kg}$ (2倍ED₅₀);苄嘧磺隆 $1.919\times 10^{-3}\mu\text{g}/\text{kg}$ (1/100ED₁₀)、 $1.919\times 10^{-1}\mu\text{g}/\text{kg}$ (ED₁₀)、 $2.190\times 10^2\mu\text{g}/\text{kg}$ (ED₅₀)、 $4.380\times 10^2\mu\text{g}/\text{kg}$ (2倍ED₅₀);苯磺隆 $7.880\times 10^{-4}\mu\text{g}/\text{kg}$ (1/100ED₁₀)、 $7.880\times 10^{-2}\mu\text{g}/\text{kg}$ (ED₁₀)、 $9.300\times 10\mu\text{g}/\text{kg}$ (ED₅₀)、 $1.860\times 10^2\mu\text{g}/\text{kg}$ (2倍ED₅₀)。药土装入花盆中,平整后播种,播深2 cm,每盆8粒种子,3次重复,以加200 ml清水为对照。在自然条件下,从出苗开始,在外部形态差异显著时,进行种根长、株高、叶面积的观察和测量(试验期间根据土壤墒情每盆等量加水)。

1.2.3 磺酰脲类除草剂在土壤中残留动态试验 在河南科技学院试验田(无磺酰脲类除草剂使用历史,土壤pH 8.1)内划分3个小区,每小区面积为133.4 m²,当小麦生长至起身期(3月10日前),分别用相当于0.15 kg/hm²剂量(ai)的15%噻磺隆可湿性粉剂、相当于0.525 kg/hm²剂量(ai)的10%苄嘧磺隆可湿粉剂、相当于0.225 kg/hm²剂量(ai)的10%苯磺隆可湿性粉剂(三者为实际使用的推荐剂量)的稀释液均匀喷洒田间。喷药后,分别于15 d、25 d、35 d、69 d、84 d时取土样,每次采用对角线5点取样,取样深度0~15 cm土层,采集的土壤混匀后,用四分法舍取该土样(不含除草剂空白对照)对玉米品种郑单958采用1.2.1所述方法试验,测量根长,计算出根长抑制率,根据表1中的回归方程分别推算出噻磺隆、苄嘧磺隆、苯磺隆不同时段在土壤中的残留量。

2 结果与分析

2.1 磺酰脲类除草剂对不同玉米品种幼苗根长的抑制作用

由表1可知,不同玉米品种对3种磺酰脲类除草剂敏感性存在很大的差异。供试品种中,对噻磺隆最敏感的品种是登海9号;对苄嘧磺隆敏感的品种是郑单958;对苯磺隆敏感的品种有登海9号和郑单958。供试品种中对噻磺隆有一定耐性的品种为郑单958;对苄嘧磺隆有一定耐性的品种为农大

108 和登海 9 号; 对苯磺隆有一定耐性的品种为农大 108。但以上这些耐性品种均不是真正的抗性品种, 其 ED₁₀ 值仍达 $\mu\text{g/kg}$ 级水平, 说明供试品种均对这 3 种磺酰胺类除草剂相当敏感。

表 1 磺酰胺类除草剂对不同玉米品种幼苗根长的抑制作用

玉米品种	处理	ED ₁₀ ($\mu\text{g/kg}$)	ED ₅₀ ($\mu\text{g/kg}$)	回归方程	相关系数
郑单 958	噻磺隆	3.011×10^{-1}	1.342×10^2	$Y = 3.9706 + 0.4838x$	0.9799
	苄嘧磺隆	1.919×10^{-1}	2.190×10^2	$Y = 4.0289 + 0.4192x$	0.9926
	苯磺隆	7.880×10^{-2}	9.300×10	$Y = 4.1785 + 0.4169x$	0.9976
登海 9 号	噻磺隆	5.390×10^{-2}	1.005×10^2	$Y = 4.2155 + 0.3918x$	0.9978
	苄嘧磺隆	2.126×10^{-1}	4.861×10^2	$Y = 3.9750 + 0.3865x$	0.9983
	苯磺隆	2.640×10^{-2}	7.166×10	$Y = 4.3074 + 0.3733x$	0.9957
农大 108	噻磺隆	1.620×10^{-1}	$2.00.1 \times 10^2$	$Y = 4.0459 + 0.4143x$	0.9813
	苄嘧磺隆	2.825×10^{-1}	7.972×10^2	$Y = 3.9223 + 0.3714x$	0.9999
	苯磺隆	1.685×10^{-1}	6.217×10^2	$Y = 3.9963 + 0.3593x$	0.9933

注: Y 为玉米根长抑制率转换的机率值; x 为农药剂量转换的剂量对数

2.2 磺酰胺类除草剂对玉米苗期生长的影响

采用郑单 958 作为供试品种进行试验, 其结果见表 2。由表 2 可以看出, 3 种磺酰胺类除草剂的不同剂量对玉米幼苗 3 个指标的影响是: 噻磺隆 2 倍 ED₅₀、ED₅₀、ED₁₀ 和 1/100ED₁₀ 对供试玉米幼苗根长和株高的影响均达到了显著水平, 对单株叶面积的影响, 除 ED₁₀ 和 1/100ED₁₀ 剂量之间差异不显著外, 其余均显著。苄嘧磺隆的各剂量对 3 个指标的影响

与噻磺隆对单株叶面积的影响相同。苯磺隆对根长和单株叶面积的影响一致, 即都是 ED₁₀ 剂量与 1/100ED₁₀ 剂量间差异不显著, 其余均为显著; 对株高的影响是 2 倍 ED₅₀ 与 ED₅₀、ED₁₀ 与 1/100ED₁₀ 间差异都不显著。

2.3 田间药剂残留试验

采用郑单 958 玉米品种作为指示作物进行残留生物测定, 试验结果见表 3。

表 2 3 种磺酰胺类除草剂的不同剂量对郑单 958 幼苗生长的影响

除草剂	剂量 ($\mu\text{g/kg}$)	根长抑制率 (%)	株高抑制率 (%)	单株叶面积抑制率 (%)
噻磺隆	2.684×10^2	70.93 a	30.00 a	49.62 a
	1.342×10^2	51.25 b	23.32 b	41.32 b
	3.011×10^{-1}	14.31 c	8.60 c	11.74 c
	3.011×10^{-3}	5.30 d	4.42 d	10.44 c
苄嘧磺隆	4.380×10^2	70.16 a	32.19 a	54.56 a
	2.190×10^2	53.14 b	22.91 b	39.91 b
	1.919×10^{-1}	5.50 c	5.91 c	17.42 c
	1.919×10^{-3}	0.73 c	1.68 c	15.28 c
苯磺隆	1.868×10^2	65.20 a	15.95 a	49.62 a
	9.300×10	51.17 b	12.80 a	39.43 b
	7.880×10^{-2}	7.90 c	4.92 b	15.02 c
	7.880×10^{-4}	3.30 c	0.95 b	8.35 c

注: 小写字母表示 0.05 显著水平

表 3 磺酰脲类除草剂在土壤中的降解动态

除草剂	15 d		25 d		35 d		69 d		84 d		半衰期 (d)
	根长 抑制率 (%)	残留量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	根长 抑制率 (%)	残留量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	根长 抑制率 (%)	残留量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	根长 抑制率 (%)	残留量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	根长 抑制率 (%)	残留量 ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	
噻磺隆	62.97	651.30	44.10	66.22	33.50	12.60	15.06	0.9868	1.55	0.0050	6.3
苄嘧磺隆	72.76	6 136.60	70.91	4 511.70	55.56	474.60	53.71	222.90	48.68	183.08	15.4
苯磺隆	61.36	463.30	57.91	160.70	33.77	19.40	8.77	0.0530	2.15	0.0014	3.6

由表 3 可以看出, 3 种磺酰脲类除草剂在土壤中的降解规律不同, 苯磺隆、噻磺隆和苄嘧磺隆在土壤中降解的半衰期分别为 3.6 d、6.3 d、15.4 d。噻磺隆和苯磺隆在前 25 d 降解的速度快, 后 59 d 降解的速度逐次降低, 噻磺隆在 84 d 已经降到 ED_{10} 以下, 苯磺隆在 69 d 已经降到 ED_{10} 以下。而苄嘧磺隆在前 35 d 降解的速度较快, 后 49 d 降解速度逐次降低, 但是苄嘧磺隆到 84 d 时在土壤中的残留量 ($183.08\mu\text{g}/\text{kg}$) 仍接近 ED_{50} 剂量, 它对后茬作物危害仍很严重。

3 讨论

采用沙基添加法测定了不同玉米品种对磺酰脲类除草剂的敏感性, 经回归分析, 玉米根长抑制率转换成机率值(y)与除草剂剂量(x)经转换成对数值间的相关性达到了显著水平, 相关系数达 0.97 以上。郑单 958 的 ED_{10} 值在 $0.0788\sim0.3011\mu\text{g}/\text{kg}$; 可作为敏感指示植物用于磺酰脲类除草剂的残留生物测定。

试验所测定的 3 种磺酰脲类除草剂在土壤中的含量达 $93.00\sim219.00\mu\text{g}/\text{kg}(\text{ED}_{50})$ 时, 对郑单 958 苗期均有明显抑制生长作用, 说明该品种对 3 种磺酰脲类除草剂均不显示抗性, 其中的差异均属于敏感性范畴的耐性差异。

根据 3 种磺酰脲类除草剂对玉米苗期影响的不同表现和它们的残留特性, 建议噻磺隆和苯磺隆均可作为小麦田杂草的磺酰脲类除草剂首选药剂; 而苄嘧磺隆在防治麦田杂草时少用或与其他除草剂混用(在冬前施用), 以免残留农药对后茬敏感性作物玉米产生药害。同时, 在农业生产中此类除草剂应在 3 月 10 日(冬小麦产区)以前施用, 否则就会对敏感的后茬作物产生药害或对后茬作物产生不良的影响。所以, 在施用磺酰脲类除草剂时一定要掌握施药的时间。

参考文献:

[1] 刘长令. 磺酰脲类除草剂[J]. 农药, 2002, 41(3): 44—45.
[2] 曹堃程, 郭美霞, 蒋红云, 等. 21 世纪除草剂发展展望 [A]. 植物保护 21 世纪展望暨第三届全国植物保护科技工作者学术研讨会论文集 [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1998.
[3] 姚东瑞, 陈杰, 宋小玲. 磺酰脲类除草剂残留与降解研究进展 [J]. 农药, 1997, 36(7): 32—37.
[4] 赵建庄. 磺酰脲类除草剂药害规律的研究 [J]. 中国农学通报, 2001, 17(1): 7—8, 31.
[5] 陈锡岭, 周增莲. 磺酰脲类除草剂对玉米敏感性研究 [J]. 河南职业技术师范学院学报, 2000, 28(2): 14—17.

(上接第 32 页)

[15] 刘武成, 刘长令. 新型高效杀菌剂氟吗啉 [J]. 农药, 2002, 41(1): 8—11.
[16] 苏少泉. 三酮类除草剂磺草酮与硝磺酮的作用特性与使用 [J]. 现代农药, 2002(3): 1—4.
[17] 郑永权, 李凯, 姚建仁. 植物源农药及其研究与开发 [A]. 面向 21 世纪的植物保护发展战略 [C]. 北京: 中国科学技术出版社, 2001.
[18] 中华人民共和国农业部农药检定所. 2004 年农药管理信息汇编 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
[19] 姬志勤. 植物杀虫剂苦皮藤素微乳剂的研制 [D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2001.
[20] 吴文君, 曹金娟. 植物性农药的质量控制 [J]. 农药科学与管理, 1997, 61(1): 24—25.
[21] 杜小凤, 徐建明, 王伟中, 等. 植物源农药研究进展 [J]. 农药, 2000, 39(11): 8—10.
[22] 中华人民共和国农业部农药检定所. 1998 年农药登记公告汇编 [M]. 北京: 中国农业出版社, 1998.
[23] 郝乃斌, 戈巧英. 中国植物源杀虫剂的研制与应用 [J]. 植物学通报, 1999, 16(5): 495—503.