

·研究简报·

## 碘甲磺隆钠盐对土壤中几种生物学指标的影响

郭正元\*, 唐美珍, 袁敏, 杨仁斌, 徐珍

(湖南农业大学 农业环境保护研究所, 湖南 长沙 410128)

**摘要:** 通过模拟实验研究了除草剂碘甲磺隆钠盐对土壤中脲酶、过氧化氢酶、呼吸作用及土壤微生物生物量碳的影响。结果表明: 碘甲磺隆钠盐在田间施用量 (1 mg/kg) 下对土壤脲酶和微生物生物量碳的影响呈现为显著的抑制-恢复过程; 对土壤过氧化氢酶的影响呈现出轻微的抑制-激活-恢复过程。碘甲磺隆钠盐施用初期对土壤呼吸作用也有一定的影响, 浓度愈大, 对土壤呼吸强度的抑制愈强, 但随着时间的推移, 逐步由抑制作用转为一定程度的激发作用, 到 12 d 后施药土壤与对照组土壤的呼吸强度基本上趋于一致。统计分析结果表明, 碘甲磺隆钠盐属于低毒或无实际危害的农药。

**关键词:** 碘甲磺隆钠盐; 土壤; 微生物生物量碳; 酶; 呼吸作用

中图分类号: X53

文献标识码: A

文章编号: 1008-7303(2005)01-0088-04

### Effects of Iodosulfuron-methyl Sodium on Several Biological Indicators in Soil

GUO Zheng-yuan\*, TANG Mei-zhen, YUAN Min, YANG Ren-bin, XU Zhen

(Institute of Agro-Environmental Protection, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

**Abstract:** The effects of iodosulfuron-methyl sodium on several biological indicators in soil were studied by stimulated methods in laboratory. The results showed that the soil urease activity and microbial biomass carbon were restrained significantly, and then, come consistent with CK, and the catalase activity of soil was lightly restrained at first, then stimulated and recovered as the soil treated with iodosulfuron-methyl sodium at a level of 1 mg/kg. Iodosulfuron-methyl sodium also had some effects on soil respiration, the higher concentration the greater influence during the early days. But as time goes on, the restraining of respiration turns to stimulating, and after 12 days it showed almost no difference between the respiration of soil treated by iodosulfuron-methyl sodium and CK soil. The result of statistical analysis showed that iodosulfuron-methyl sodium is a low toxicity or not harmful herbicide.

**Key words:** iodosulfuron-methyl sodium; soil; microbial biomass carbon; enzyme; respiration

土壤是陆地农业生态系统的重要组成部分, 它是一个动态、有生命的自然体, 其组成包括无机矿物质、有机质、水、空气和生物体。土壤微生物具有许多对陆地生命至关重要的功能, 其中包括:

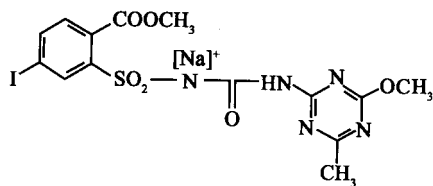
收稿日期: 2004-07-01; 修回日期: 2004-12-01.

作者简介: \*郭正元 (1955-), 女, 通讯作者, 湖南长沙人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事环境污染物毒理及检测技术方面的研究. 联系电话: 0731-4617625; E-mail: gzy\_hn@163.com

基金项目: 农业部下达的中法合作项目 (NC20021406).

动植物残体的分解、生物地球化学循环、土壤结构形成、施用到土壤中的有机物的转化、污染物的脱毒等<sup>[1]</sup>。近年来有关研究表明,甲磺隆结合态残留物导致土壤微生物群落结构发生变化,使得生物种类减少、耐污种类个体数量增多<sup>[2]</sup>。徐建民<sup>[3]</sup>等研究表明,氯磺隆、甲磺隆和苄嘧磺隆 3 种磺酰脲类除草剂在使用浓度较高时(1 mg/kg),明显减少了土壤微生物量碳、微生物量氮及矿化氮,尤其是施用后最初 10 d 降低幅度比较明显<sup>[4]</sup>。

碘甲磺隆钠盐(iodosulfuron methyl sodium)是近年来法国新研制的一种磺酰脲类除草剂,主要用于防除一年生阔叶杂草。其化学名称为甲基-4-碘-2-[3-(4-甲氧基-6-甲基-1,3,5-三嗪-2-基)脲基磺酰基]苯甲酸酯,钠盐;分子式:  $C_{14}H_{13}N_5NaO_6S$ ; 相对分子质量: 529.3; 结构式为:



目前,国内外关于碘甲磺隆钠盐的报道很少,主要是一些有关大型动物的毒理及作物药害方面

Table 1 Physical and chemical properties of the soil studied

Soil	Sampling sites	Organic matter/g · kg <sup>-1</sup>	CEC/cm ol · kg <sup>-1</sup>	pH (H <sub>2</sub> O)	Texture
Red soil	Hunan Agricultural University	32.0	7.3	5.14	Sandy loam

## 1.4 试验步骤

1.4.1 碘甲磺隆钠盐对土壤脲酶活性、过氧化氢酶活性及微生物量碳的影响 称取一定量的上述供试土壤(测酶活性用风干土,测微生物量碳用新鲜土),加入碘甲磺隆钠盐标准溶液,使其在土壤中的浓度为 1 mg/kg,混匀,加蒸馏水调节土壤含水量为其饱和含水量的 50%左右。样品于(25 ± 1) °C 下培养,分别于培养后第 1、4、7、14、21、24、28、35 d 采样测定其脲酶活性、过氧化氢酶活性及微生物量碳。同时做空白试验。试验重复 3 次。

1.4.2 碘甲磺隆钠盐对土壤呼吸作用的影响 称取风干土壤 100 g,加入葡萄糖 2 g,充分混匀,加蒸馏水调节土壤含水量为其饱和含水量的 50%左

右,放入 φ18 cm × 21 cm 的密闭标本瓶中,在(25 ± 1) °C 的恒温箱中预培养 7 d。称取 3 份预培养好的土样 20 g,各加入一定量的碘甲磺隆钠盐标准溶液,使其在土壤中的含量分别为 0.5、1、5 mg/kg,混匀,放入该密闭标本瓶中,同时将装有 30 mL 0.1 mol/L 氢氧化钠的小烧杯也放入该密闭标本瓶中。于恒温箱中培养,并分别于药剂处理后第 2、5、7、10、12、15 d 取出装有氢氧化钠的小烧杯,用 0.2 mol/L 的盐酸滴定剩余的氢氧化钠,同时换进新的装有同样氢氧化钠的小烧杯,继续培养。同时做空白试验,试验重复 3 次。每次测定的结果按公式(1)计算 100 g 土壤释放 CO<sub>2</sub> 的量<sup>[5]</sup>,用 W (mg)表示。

## 1 材料和方法

### 1.1 试剂

碘甲磺隆钠盐(iodosulfuron methyl sodium)标准品(含量 > 98.0%,由法国安万特作物科学公司提供);甲醇(光谱纯);脲素、苯酚、次氯酸钠、浓硫酸、磷酸、重铬酸钾、硫酸亚铁铵等均为分析纯。

### 1.2 供试土样

选择没有施用过碘甲磺隆钠盐的第四纪红土母质发育的红壤田块采样,土柱法采集表层(0 ~ 20 cm)土。一部分经风干、除杂、磨碎,过 20 目筛;另一部分直接过 10 目筛后于 - 5 °C 下保存。按文献[5]的方法测定土壤的基本理化性质(见表 1)。

### 1.3 土壤生物学指标的测定方法<sup>[5,6]</sup>

脲酶的测定采用靛酚蓝比色法;过氧化氢酶活性的测定采用高锰酸钾滴定法;微生物量碳的测定采用熏蒸-浸提法;呼吸强度的测定采用密闭静置测 CO<sub>2</sub>法。

右,放入 φ18 cm × 21 cm 的密闭标本瓶中,在(25 ± 1) °C 的恒温箱中预培养 7 d。称取 3 份预培养好的土样 20 g,各加入一定量的碘甲磺隆钠盐标准溶液,使其在土壤中的含量分别为 0.5、1、5 mg/kg,混匀,放入该密闭标本瓶中,同时将装有 30 mL 0.1 mol/L 氢氧化钠的小烧杯也放入该密闭标本瓶中。于恒温箱中培养,并分别于药剂处理后第 2、5、7、10、12、15 d 取出装有氢氧化钠的小烧杯,用 0.2 mol/L 的盐酸滴定剩余的氢氧化钠,同时换进新的装有同样氢氧化钠的小烧杯,继续培养。同时做空白试验,试验重复 3 次。每次测定的结果按公式(1)计算 100 g 土壤释放 CO<sub>2</sub> 的量<sup>[5]</sup>,用 W (mg)表示。

式中: 50 为酸碱滴定常数

$$W = (\text{空白值} - \text{滴定值}) \times \text{盐酸摩尔浓度} \times \text{CO}_2 \text{ 相对分子质量} \times 50 / \text{干土质量} \quad (1)$$

## 2 结果与讨论

### 2.1 碘甲磺隆钠盐对土壤脲酶的影响

土壤脲酶活性的降低, 不仅可减慢土壤中尿素的水解速率, 而且可使其水解产物更多地被土壤吸附而有效减少尿素水解产物氨的挥发损失, 也可相应的减少水解产物  $\text{NH}_4^+$  的硝化作用潜势。从图 1 可以看出, 与空白 (CK) 对照相比, 碘甲磺隆钠盐处理的土壤在培养后的前 14 d 时土壤脲酶活性受到显著的抑制 (其抑制率为 25.21% ~ 41.21%)。但随着时间的推移, 这种抑制作用从 21 d 开始基本恢复到对照水平。

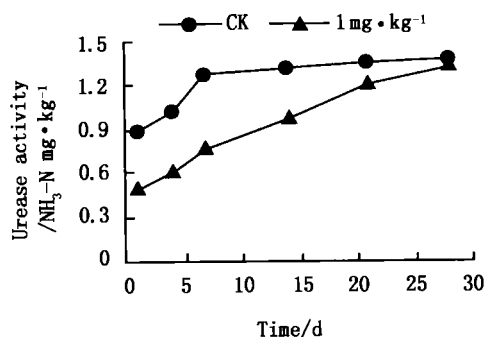


Fig 1 Effects of iodosulfuron methyl sodium on urease activity in soil

### 2.2 碘甲磺隆钠盐对土壤过氧化氢酶的影响

过氧化氢酶是土壤中一种重要的氧化还原酶, 它主要是酶促生物呼吸过程和有机物的生物化学氧化反应过程所产生的过氧化氢分解为水和

氧, 而解除土壤中过氧化氢的毒害作用。从图 2 可以看出: 施用碘甲磺隆钠盐后, 前 9 d 对土壤过氧化氢酶活性呈现轻微的抑制作用; 随着时间的推移, 施药土壤的过氧化氢酶活性在第 9 d 开始超过了对照组, 酶的活性被激发, 并且在 21 d 时与对照组相比达到激发的最大差值; 30 d 以后施药土壤和对照组土壤的过氧化氢酶活性基本趋于一致。

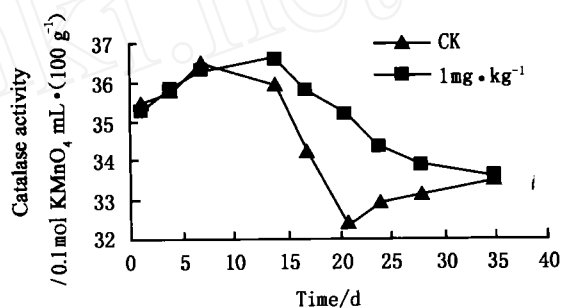


Fig 2 Influence of iodosulfuron methyl sodium on catalase activity in soil

### 2.3 碘甲磺隆钠盐对土壤呼吸作用的影响

碘甲磺隆钠盐对土壤呼吸作用有一定的影响。由表 2 可见, 施药后两天所有处理表现出一定的抑制效果, 且药剂浓度愈高, 对土壤呼吸强度的抑制作用愈大, 其中 5 mg/kg 的处理抑制作用较明显, 比对照组下降了 55.06%; 随着时间的推移, 0.5 mg/kg 处理在施药后第 5 d, 1 和 5 mg/kg 处理在施药后第 7 d 分别对土壤的呼吸作用表现出一定程度的激发作用; 到第 12 d 施药土壤与对照组土壤的呼吸作用基本上趋于一致。

Table 2 Influence of iodosulfuron methyl sodium on soil respiration (The rate of release  $\text{CO}_2$ ,  $\text{mg} \cdot \text{d}^{-1}$ )

Concentration of pesticide/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$	Time/d					
	0~2	2~5	5~7	7~10	10~12	12~15
CK	11.37 ± 0.03	11.44 ± 0.64	11.26 ± 2.16	10.05 ± 1.57	6.80 ± 1.39	5.31 ± 0.16
0.5	9.97 ± 0.29	10.08 ± 1.92	11.34 ± 1.68	12.84 ± 0.46	7.79 ± 2.38	5.11 ± 1.12
1	8.48 ± 1.68	9.61 ± 2.10	10.22 ± 1.52	14.07 ± 1.68	8.09 ± 0.65	5.52 ± 0.49
5	5.11 ± 1.79	8.16 ± 0.71	9.71 ± 0.71	13.76 ± 1.73	7.91 ± 1.97	5.01 ± 0.76

### 2.4 碘甲磺隆钠盐对土壤微生物生物量碳的影响

碘甲磺隆钠盐对土壤微生物生物量碳的影响随着时间的变化趋势见图 3。结果表明, 施用碘甲磺隆钠盐后, 最初 7 d 降低的幅度比较显著 (其抑制率为 31.24% ~ 35.14%); 以后随着时间的延长,

土壤微生物生物量碳有所恢复, 在第 14 d 后变化不大, 基本与对照趋于一致。

## 3 讨论

土壤生物学指标是反映土壤微生物在土壤中进行的各种生物化学过程的强度和方向, 在一定

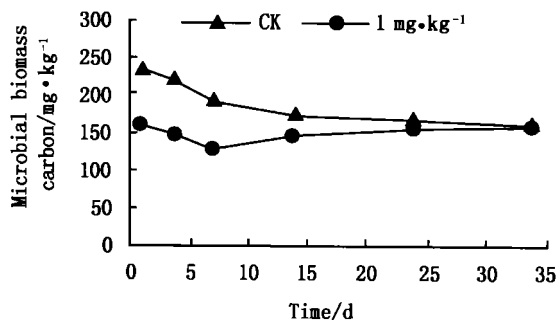


Fig 3 Influence of iodosulfuron methyl sodium on microbial biomass carbon

意义上能反映土壤肥力水平。在本研究中,碘甲磺隆钠盐在田间施用量 ( $1 \text{ mg/kg}$ ) 的处理剂量下,最初 7~10 d 培养时间内均显著降低了土壤脲酶、呼吸作用及土壤微生物生物量碳。对土壤过氧化氢酶活性的影响是先呈现轻微的抑制,再激发,然后恢复到与对照相一致的水平。土壤生物学指标的降低与该类除草剂的生物毒性有关,有报道指出,磺酰胺类除草剂在土壤中即使浓度很低,也会抑制作物的生长<sup>[7]</sup>。培养 14 d 后,碘甲磺隆钠盐对土壤脲酶、呼吸作用及土壤微生物生物量碳的影响基本变小。碘甲磺隆钠盐对土壤生物学指标的影响随时间的变化趋势可能与该除草剂在土壤中的降解速率有关,根据报道,该除草剂在土壤中的降解符合一级动力学方程,即  $c = 0.0716e^{-0.0924t}$ ,半衰期为 7.5 d,在最初 15 d 内降解迅速,施药 28 d 后土壤中残留的碘甲磺隆钠盐检测不出

来<sup>[8]</sup>。因此,可以认为当碘甲磺隆钠盐在土壤中迅速降解后,其对土壤生物学指标和作物的生物毒性也随之消退。

### 参考文献:

- [1] Doran J W. Defining soil quality for a sustainable environment [A]. Soil Society of America Special Publication [M]. No 35, Madison, Wisconsin, 1994, 3: 243.
- [2] WANG Hai-zhen (汪海珍), XU Jian-min (徐建民), XIE Zheng-miao (谢正苗). 甲磺隆结合态残留物对土壤微生物的影响 [J]. Chin J Pestic Sci (农药学报), 2003, 5(2): 69-78.
- [3] XU Jian-min (徐建民), HUANG Chang-yong (黄昌勇), AN Man (安曼), et al. 磺酰胺类除草剂对土壤质量生物学指标的影响 [J]. China Enviro Sci (中国环境科学), 2000, 20, (6): 491-494.
- [4] Sabater C, Cuests A, Carrasco R. Effects of bensulfuron methyl and cinosulfuron on growth of four freshwater species of phytoplankton [J]. Chemosphere, 2002, 46: 953-960.
- [5] XU Guang-hui (许光辉). Manual on Microbial Analysis Method of Soil (土壤微生物分析方法手册) [M]. Beijing (北京): Agriculture Press (农业出版社), 1986.
- [6] Vance E D, Brookes P C, Jenkinson D S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C [J]. Soil Biology and Biochemistry, 1987, 19: 703-707.
- [7] CHEN Zu-yi (陈祖义), CHENG Wei (程薇), CHENG Bin (成冰). <sup>14</sup>C 氯磺隆的土壤结合残留及其有效性 [J]. J Nanjing Agric Univ (南京农业大学学报), 1996, 19: 78-83.
- [8] HE De-chun (贺德春). Degradation of Iodosulfuron methyl Sodium in Wheat and Soil and its Photodegradation in Aqueous Solution (碘甲磺隆钠盐在小麦和土壤中的残留动态及其在水溶液中的光降解研究) [D]. Changsha (长沙): Hunan Agricultural University (湖南农业大学), 2004.

(Ed J N S H)