

地下水噻磺隆污染物对蔬菜毒性效应研究

易秀¹, 辛玉玲¹, 梁楠¹, 冯武焕²

(1. 长安大学环境科学与工程学院, 陕西 西安 710054; 2. 西安市农业科学研究所, 陕西 西安 710061)

摘要: 检测地下水中无机物和噻磺隆含量, 并进行噻磺隆对蔬菜毒性效应的盆栽试验。结果表明: 地下水噻磺隆污染对大白菜和莴苣生物学性状有明显影响, 大白菜叶片变黄, 株高与幅宽两项指标均小于对照。莴苣新叶皱缩、扭曲, 失绿变黄, 老叶枯黄下披, 植株生长迟缓, 受害严重者死亡。污染区井水处理的莴苣株高、根长、茎粗、叶片数、叶片总面积均比对照降低; 对大白菜、莴苣叶绿素及电导率的测定结果表明, 污染区井水处理会使其叶绿素含量下降, 电导率增大; 污染区地下水中的噻磺隆明显降低了大白菜和莴苣的产量, 方差分析差异显著或极显著。

关键词: 地下水; 噻磺隆; 蔬菜; 毒性效应

中图分类号: X523 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2006)03-0173-04

噻磺隆是一种新型、低毒、超高效林地和非耕地用非选择性广谱除草剂, 属磺酰胺类物质, 化学名称为 α -(4, 6-二甲基嘧啶-2-氨基甲酰基磺酰基)苯甲酸甲酯, 通用名 Sulfometuron Methyl, 农田绝对禁用^[1]。噻磺隆为浅黄色或浅褐色粉末状固体物。噻磺隆在土壤中的降解有两条途径: 碱性土壤中以微生物降解为主, 酸性土壤则以化学水解为主。噻磺隆在土壤中是可移动的, 它在碱性土壤中的移动性比酸性土壤大, 其活性随土壤含水量增高而增强, 因此很容易迁移至地下水中。一旦用受污染的地下水灌溉, 将会对农业生产带来很大的危害和损失。目前国内外学者对噻磺隆的研究主要集中在防除杂草的效果和用量方面^[2~5], 而噻磺隆对蔬菜生长的毒性效应研究较少^[6, 7]。

近年来一些城市郊区用地下水灌溉后, 相继出现蔬菜受害事件, 本研究在检测地下水中无机物和噻磺隆含量的基础上, 进行了噻磺隆对蔬菜毒性效应的盆栽试验, 希望受害区农业生产污染防治提供参考依据。

1 研究方法

1.1 地下水污染调查及水质化学分析

对受污染地下水灌溉的蔬菜及杂草进行现场勘查, 根据蔬菜污染受害的程度, 划分污染范围。在污染区和非污染区采集地下水样, 进行水质全量分析和噻磺隆测定^[8]。

1.2 大白菜和莴苣毒性效应盆栽试验

供试土壤取自西安市南郊西姜村耕层, 为黄土

母质发育的农业土壤。土壤 pH 值 8.0, 有机质 13.7 mg/g, 全氮 1.92 mg/g, 全磷 1.04 mg/g, 碱解氮 71 μ g/g, 速效磷 56 μ g/g, 速效钾 210 μ g/g。在 20 cm \times 20 cm 米氏盆中装过 5 mm 筛孔的土壤 6 kg 备用。

供试大白菜品种为“小杂 56”。每盆定植一株大白菜幼苗。试验设 4 个处理, 分别为对照(CK, 自来水)、污染区 01 号井水、02 号井水和 06 号井水。重复 6 次, 随机排列, 从播种至收获生育期 65 d。在大白菜第 6 片真叶时进行第一次处理, 每次每盆浇水 500 mL, 每周处理 2 次, 共处理 8 次。生育期间施尿素 2 g/盆, 不喷洒任何农药, 人工捏灭蚜虫、蜗牛和菜青虫。供试莴苣品种为“八斤棒”。于 5~6 片叶移栽, 每盆定植一株, 幼苗至采收生育期共 77 d。试验处理同大白菜, 重复 5 次, 随机排列。在莴苣 10~13 片叶时进行第一次处理, 每次每盆浇水 500 mL, 每周处理 2 次, 共处理 13 次。生育期间施磷酸二铵 2 g/盆, 尿素 2 g/盆 3 次, 3 g/盆 1 次, 不喷洒任何农药, 其他管理同于大田。

1.3 分析方法

地下水中噻磺隆含量用高效液相色谱分析法测定; 植物样中的检测项目按常规分析法^[9]测定。

2 试验结果与分析

2.1 地下水中无机物和噻磺隆测定结果

对污染区的 01 和非污染区的 10 号井水采样进行全量分析(表 1), 测定结果均符合国家农田灌溉

收稿日期: 2005-11-25

基金项目: 国家自然科学基金(40372114); 长安大学科技发展基金(04Z08)

作者简介: 易秀(1965-), 女, 青海西宁人, 副教授, 博士, 主要从事土壤与水资源环境污染防治的教学与科研工作。

水质标准(GB5084—92),因此排除了地下水中其它无机物对农作物可能造成危害的可能。同时对污染区和非污染区的地下水(埋深 15~17 m)进行噻磺隆测定(表 2),结果表明,01、02、03、04、05、06、07 号

井水噻磺隆含量在 0.16~2.60 $\mu\text{g}/\text{L}$ 之间,该结果与用上述井水灌溉后农作物受害的现场调查结果一致;08、09、10 号井属非污染区,井水中未检测出噻磺隆,用井水灌溉后农作物生长也正常。

表 1 污染区(01 号井)和非污染区(10 号井)潜水水质分析(mg/L)

Table 1 Chemical analysis of phreatic water quality in pollution(well 01) and unpollution(well 10) area

项目 Items	01 号井 Well 01	10 号井 Well 10	项目 Items	01 号井 Well 01	10 号井 Well 10
pH	7.7	7.6	锌 Zn	0.030	0.018
砷 As	0.014	0.010	氯化物 Cl^-	33.5	54.5
钙 Ca	111	148	氟化物 F^-	0.70	0.55
镉 Cd	未检出 No detection	未检出 No detection	硫酸盐 SO_4^{2-}	160	148
铜 Cu	0.013	未检出 No detection	重碳酸盐 HCO_3^-	399	422
总铁 Total Fe	0.14	0.22	硝酸盐氮 NO_3^-	33.5	42.6
汞 Hg	0.0002	0.0002	总碱度(以 CaCO_3 计) Total alkalinity(Count by CaCO_3)	326	345
六价铬 Cr^{6+}	0.010	0.015	总硬度(CaCO_3 计) Total hardness(Count by CaCO_3)	477	516
镁 Mg	49.1	36.0	矿化度 Mineralization degree	856	968
锰 Mn	未检出 No detection	未检出 No detection	离子总量 Total amount of ion	891	867
钾 K	2.20	1.91	电导率($\mu\text{S}/\text{cm}$) Specific conductance	1251	1404
钠 Na	78.0	56.9	挥发酚 Volatilize phenol	未检出 No detection	未检出 No detection
铅 Pb	未检出 No detection	未检出 No detection	氰化物 CN^-	0.012	未检出 No detection

表 2 地下水中噻磺隆含量($\mu\text{g}/\text{L}$)

Table 2 Sulfometuron Methyl contents in groundwater

采样地点 Sampling place	井号 Well No.	采样时间 Sampling time	噻磺隆含量 Sulfometuron Methyl contents	备注 Remarks
污染区 Pollution area	01	6 月 22 日 June 22	1.30	质谱仪检测有噻磺隆碎片离子峰 The ion peak of Sulfometuron Methyl chips has been detected
	01	次年 3 月 9 日 March 9 of next year	未检出 No detection	质谱仪检测有噻磺隆碎片离子峰 The ion peak of Sulfometuron Methyl chips has been detected
	01	次年 3 月 31 日 March 31 of next year	1.55	
	02	6 月 22 日 June 22	1.30	
	03	7 月 2 日 July 2	2.32	
	04	7 月 2 日 July 2	2.32	
	05	7 月 2 日 July 2	未检出 No detection	质谱仪检测有噻磺隆碎片离子峰 The ion peak of Sulfometuron Methyl chips has been detected
	05	次年 3 月 9 日 March 9 of next year	0.26	质谱仪检测有噻磺隆碎片离子峰 The ion peak of Sulfometuron Methyl chips has been detected
	05	次年 3 月 31 日 March 31 of next year	0.16	
	06	7 月 2 日 July 2	0.16	
非污染区 Unpollution area	07	7 月 7 日 July 7	1.03	
	08	7 月 7 日 July 7	未检出 No detection	
	09	7 月 7 日 July 7	未检出 No detection	
	10	7 月 7 日 July 7	未检出 No detection	

2.2 地下水噻磺隆污染对大白菜和莴苣生物学性状的影响

用 01 号、02 号和 06 号井水处理 3 周后,大白菜叶片开始变黄,长势明显弱于对照,其中 06 号井水处理的大白菜受害较重,02 号井次之,01 号井较轻。对大白菜株高与幅宽的测定结果表明(表 3),所有井水处理两项指标均小于对照,证明井水噻磺隆污染对大白菜生长产生了明显的危害。

对莴苣处理 1 周后,06 号井水处理的莴苣新叶出现皱缩、扭曲现象;处理 2 周后,06 号井水处理的新叶失绿变黄,老叶枯黄下披,植株生长迟缓;处理 3 周后,06 号井水处理的莴苣开始死亡。与此同时,01 号井水、02 号井水处理的莴苣新叶开始变黄,植

株矮小。

表 3 噻磺隆对大白菜生物学性状的影响(cm)

Table 3 The effects of Sulfometuron Methyl on biological properties of Chinese cabbage

项目 Items	CK	01 号井 Well 01	02 号井 Well 02	06 号井 Well 06
平均株高 Average height of plant	32.8	30.8	26.2	26.0
平均幅宽 Average breadth of leaf	41.3	39.5	37.7	35.0

从莴苣生物学性状测定结果看(表 4),污染区井水处理的莴苣株高、根长、茎粗、叶片数、叶片总面积均比对照降低,说明地下水噻磺隆污染对莴苣也产生了明显危害。

表 4 噻磺隆对莴苣生物学性状的影响

Table 4 The effects of Sulfometuron Methyl on biological properties of lettuce

处 理 Treatments	平均株高(cm) Average plant height	平均根长(cm) Average root length	平均茎粗(mm) Average diameter of stalk	单株叶片数 amounts of leaf blade	单株叶片总面积(cm ²) Total acreage of leaf
CK	24.2	14.3	39	90	3696
01 号井 Well 01	21.5(11.2%)	10.9(23.8%)	37(5.1%)	64(28.9%)	1907(48.4%)
02 号井 Well 02	19.0(21.5%)	10.4(27.3%)	35(10.3%)	60(33.3%)	1848(50.0%)

注:①06 号井水处理植株枯死;②括号内数字为比对照下降百分数。

Note:①The plants that were treated by water of well 06 withered;②The digitals in the bracket were the decreased percentage by contrasting to control experiment.

2.3 地下水噻磺隆污染对大白菜和莴苣叶绿素和电导率的影响

为了探讨噻磺隆危害蔬菜的生理生化机制,进行了叶绿素和电导率的测定。结果表明(表 5),01 号、02 号和 06 号井水处理的大白菜叶绿素含量分别比对照降低了 38.4%、45.0%、77.0%;电导率分别较对照增加 33.8%、127.0%和 148.6%。用被噻磺隆污染的地下水处理莴苣,也可使其叶绿素含量明显下降,01 号井水和 02 号井水处理的莴苣叶绿素含量分别比对照降低了 76.0%、89.5%。说明噻磺隆抑制了蔬菜叶绿素的合成,并破坏了其细胞膜和原生质,使细胞膜透性增大,叶片浸出液电导率因而增加。这正是噻磺隆危害蔬菜正常生长、使其叶片失绿变黄的内在因素。

2.4 地下水噻磺隆污染对大白菜和莴苣产量的影响

从表 6 可以看出,污染区地下水中的噻磺隆明显降低了大白菜产量,方差分析均达显著或极显著差异;对于莴苣,01 号井水和 02 号井水处理与对照

相比,产量分别下降了 33.4%和 50.1%,均达极显著差异。06 号井水处理的莴苣死亡绝收。

表 5 噻磺隆对蔬菜叶绿素含量和电导率的影响

Table 5 The influences of Sulfometuron Methyl on chlorophyll and specific conductance of vegetables

项 目 Items	CK	01 号井 Well 01	02 号井 Well 02	06 号井 Well 06	
叶绿素含量(mg/dm ²) Chlorophyll contents	4.53	2.79	2.49	1.04	
较对照减少(%) Low than control	—	38.4	45.0	77.0	
电导率(mS/cm) Specific conductance	0.74	0.99	1.68	1.84	
较对照增加(%) More than control	—	33.8	127.0	148.6	
莴苣 Lettuce	叶绿素含量(mg/dm ²) Chlorophyll contents	3.91	0.94	0.41	枯死 Wither
	较对照减少(%) Low than control	—	76.0	89.5	

表6 噻磺隆对蔬菜产量的影响

Table 6 The effects of Sulfometuron Methyl on biological yields of vegetables

项 目 Items	CK	01号井 Well 01	02号井 Well 02	06号井 Well 06
鲜重(g/盆) Wet weight (g/pot)	528.6	467.2*	338.4**	325.1**
较对照减少(%) Low than control	—	11.6	36.0	51.1
鲜重(g/盆) Wet weight (g/pot)	91.3	60.0**	45.5**	枯死 Wither
较对照减少(%) Low than control	—	33.4	50.1	

注: *5%显著水平; **1%极显著水平。

Note: *5% significance level; **1% extremely significance level.

3 结 论

1) 污染区和非污染区地下水中无机物和噻磺隆测定结果表明,农作物受害系噻磺隆所致。

2) 地下水噻磺隆污染对大白菜和莴苣生物学性状有明显影响;大白菜叶片变黄,株高与幅宽两项指标均小于对照;莴苣新叶皱缩、扭曲、失绿变黄,老叶枯黄下披,植株生长迟缓,受害严重者死亡。污染区井水处理的莴苣株高、根长、茎粗、叶片数、叶片总面积均比对照降低。

3) 对大白菜、莴苣叶绿素及电导率的测定结果表明,污染区井水处理会使其叶绿素含量下降,电导

率增大,这正是噻磺隆危害蔬菜正常生长、使其叶片失绿变黄的内在因素。

4) 污染区地下水中的噻磺隆明显降低了大白菜和莴苣的产量,方差分析均达显著或极显著差异。

致谢:本研究是在西安市农科所的郑泽群研究员和边淑萍研究员指导下完成的,参加研究工作的还有张小迪、孙升学、朱永利,在此一并表示感谢。

参 考 文 献:

- [1] 杜迎春,郭春梅,陈 曙,等.新型非耕地除草剂噻磺隆合成反应动力学研究[J].高校化学工程学报,1999,13(5):459-465.
- [2] Cole A W. Dogfennel control in pastures[J]. Research Report, 1988,13(3):4-10.
- [3] 叶景明,姚战国.10%噻磺隆 WP 防除桑园杂草药效试验[J].湖北植保,1995,(3):17-18.
- [4] Golden M S. Weed control increase pine seedling growth[J]. Highlights of Agricultural Research, 1990,37(2):1-6.
- [5] Well D W. Weed control and crop response in rabbiteyes blueberries with selected herbicides[J]. Louisiana Agriculture, 1988,31(4):14-15.
- [6] 易 秀,冯武焕,孙升学,等.地下水中噻磺隆污染对农作物生长的影响[J].农业环境科学学报,2004,23(1):186-189.
- [7] 冯武焕,孙升学,朱永利.噻磺隆对农作物生长的影响[J].陕西环境,1996,3(3):27-29.
- [8] 地下水水质标准检验方法编写组.地下水标准检验方法[J].地质实验,1988,(4):13-116.
- [9] 南京农学院.土壤农化分析方法[M].北京:农业出版社,1980.

Research on toxicity effects of sulfometuron methyl in groundwater on vegetables

YI Xiu¹, XIN Yu-ling¹, LIANG Nan¹, FENG Wu-huan²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Chang'an University, Xi'an, Shaanxi 710054, China;

2. Xi'an Agricultural Scientific Research Institute, Xi'an, Shaanxi 710061, China)

Abstract: Pot experiments were conducted to investigate toxicity effects of sulfometuron methyl on vegetables on analyzing inorganic matter and sulfometuron methyl contents in groundwater. It provided basis for pollution area to prevent contamination in agriculture production. Research results showed that vegetables were damaged at pollution area by sulfometuron methyl. That groundwater polluted by sulfometuron methyl had obvious effects on biological properties of Chinese cabbage and lettuce. The leaves of Chinese cabbage became yellow, and plant height and breadth were both lower than that of control treatments. The new leaf of lettuce appeared toxicity symptom such as crimple, distort and losing green becoming yellow, and the old leaf scorched. The lettuces grew sluggishly, and some plants that contaminated seriously died. The plant height, root length, the diameter of stalk, number of leaf blade and total acreage of lettuce that treated by polluted groundwater were all lower than that of control treatment. The analyzed results showed that chlorophyll contents decreased and specific conductance increased when Chinese cabbage and lettuce were treated by polluted groundwater, and biological yields decreased. Variance analysis expressed significant difference or very significant difference.

Keywords: Groundwater; sulfometuron methyl; vegetable; toxicity effect