

文章编号: 1003-8701(2015)05-0049-04

硝磺草酮在土壤中的淋溶规律研究

董士嘉, 张 建, 陶 波*

(东北农业大学农学院, 哈尔滨 150030)

摘 要:通过仪器分析方法,系统地研究了不同环境条件对硝磺草酮在土壤中的淋溶规律的影响。试验结果表明:不同浓度的硝磺草酮在不同降雨量、不同有机质含量以及添加不同助剂的情况下,在不同类型的土壤中的淋溶存在差异。随着硝磺草酮浓度增高,降雨量的增加,土壤淋溶深度加深;随着土壤中有机质含量的增加,土壤吸附能力增加,土壤检测浓度逐渐降低;不同助剂的添加,在不同类型土壤中,随着硝磺草酮淋溶深度的增加,土壤检测浓度逐渐下降。

关键词:淋溶;硝磺草酮;土壤

中图分类号:S482.4

文献标识码:A

Studies on Leaching Regulation of Mesotrione in the Soil

DONG Shi-jia, ZHANG Jian, TAO Bo*

(College of Agronomy, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Using instrument determination, effect of environmental conditions on leaching regulation of mesotrione in the soil was systematically studied. The results showed that leaching of different concentration of mesotrione were different under different rainfall, in different kinds of soil with different organic matter and different additives. As concentration of mesotrione and rainfall increased, it leached deeply in the soil. With the increase of organic matter content in the soil, the absorbability of soil increased, the determined concentration gradually reduced. Different additives were added in different soil, with increase of concentration of mesotrione, the determined concentration in soil gradually reduced.

Key words: Leaching; Mesotrione; Soil

硝磺草酮(2-[4-(甲基磺酰基)-2-硝基苯酰基]-1,3-环己二酮),是先正达公司开发的异唑酮类除草剂。作用机理为抑制对羟基苯基丙酮酸双氧化酶(HPPD)^[1-2]。

硝磺草酮^[2,10]在土壤中可通过地表径流或淋溶等途径向地下水迁移^[3-4],可能造成对地下水的污染^[5]。淋溶的作用是指农药随渗透水在土壤中沿土壤垂直剖面向下的运动^[6-7],是农药在水、土颗粒之间吸附、解吸或分配的一种综合行为^[8]。淋溶现象的发生是由于溶解在土壤间隙水中的污染物随土壤^[9]间隙水的垂直运动而不断向下渗透^[13]。

农药在土壤中的淋溶有两种,一种是随着水

的流动,农药均匀地随着土壤向下淋溶,不仅速度慢,淋溶量还非常少;另一种淋溶方式则是随着水的流动,农药通过土壤以及各类洞道等大孔隙向下淋溶^[12]。研究土壤中农药淋溶的方法主要有土壤薄层层析法、柱淋洗法、渗透计法等^[11]。

对于硝磺草酮,目前国内仅限于药效研究,尚未见其环境归趋的相关报道。本试验通过仪器分析方法,研究了不同浓度的硝磺草酮、不同降雨量、不同有机质含量、不同助剂,在不同土壤中的淋溶规律。从而为农药的合理使用、农药安全性评价及其对地下水的潜在风险提供参考。

1 材料与方法

1.1 材料与仪器

1.1.1 仪器

液相色谱-质谱联用仪 LCQ Deca-XP(美国 Thermo Finnigan 公司),电子天平 Adventurer Pro

收稿日期:2015-06-11

基金项目:公益性行业(农业)科研专项(201303031)

作者简介:董士嘉(1990-),男,在读硕士,主要从事农药学的研究。

通讯作者:陶 波,男,博士,教授,E-mail: botaol@163.com

AV412(德国),KQ-600B型超声波清洗器(昆山市超声仪器有限公司),pH计 DELTA320型(北京哈纳科仪科技有限公司),试管、烧杯、玻璃棒、三角瓶、分液漏斗等玻璃仪器(天津玻璃仪器厂)。

1.1.2 试剂

甲醇(色谱纯)、二氯甲烷(分析纯)、磷酸(分

析纯)、氯化钠(分析纯)、去离子水。

1.1.3 供试土壤

取自从未施用过除草剂的0~10 cm土壤,除去植物根和叶残体、石砾等杂物,置于室温下通风处风干,过40目筛备用。

表1 土壤理化性质

土壤类型	pH值	有机质(%)	全磷(%)	全氮(%)
黑土	6.74	3.66	0.528	0.177

1.1.4 淋溶柱的制作

取直径10.5 cm下水管40 cm,在5~40 cm每隔5 cm打一个1 cm的圆孔用以取土壤,取直径10 cm玻璃材料均匀打好孔洞作为淋溶柱的柱底,利用pvc材料沿着柱子底部架高5 cm,以防淋溶液反渗入土壤样品中。

1.2 试验方法

1.2.1 硝磺草酮的测定方法

土壤样品除去碎石、杂草和植株根茎等杂物、风干后过40目筛。称取过筛后的土壤样品10 g置于250 mL具塞三角瓶中,加入40 mL水(以磷酸调pH值到3),加入40 mL二氯甲烷,浸泡2 h后,振荡1 h,抽滤,滤液全部移至100 mL具塞容量筒中,用力振摇5 min后静止30 min,收集下层二氯甲烷滤液,旋转蒸发除去二氯甲烷。用5 mL流动相定容,用0.22μm有机滤膜过滤,采用高效液相色谱仪测定。

1.2.2 标准曲线的绘制

流动相:甲醇/水(0.5%磷酸)=60/40(V/V);流速:1.0 mL·min⁻¹;柱温:30℃;检测波长:270 nm;进样量:40μL。

将硝磺草酮标准溶液用甲醇稀释配制成浓度为0 mg/L、0.1 mg/L、1 mg/L、5 mg/L、10 mg/L、50 mg/L、100 mg/L、150 mg/L系列标准溶液,在上述高效液相色谱条件下进行测定,以硝磺草酮浓度x为横坐标,峰面积y为纵坐标作图,绘制标准曲线。

1.2.3 回收率测定

向空白土壤中添加硝磺草酮标准溶液,使土壤中添加浓度分别为0 mg·kg⁻¹、1 mg·kg⁻¹、5 mg·kg⁻¹、10 mg·kg⁻¹、50 mg·kg⁻¹、100 mg·kg⁻¹、150 mg·kg⁻¹,每个浓度3次处理。采用上述土壤前处理和高效液相色谱的方法测定空白及加标准溶液的土壤样品。

1.2.4 土壤淋溶试验

1.2.4.1 不同浓度的硝磺草酮对土壤淋溶的影响

硝磺草酮浓度高(150 mg/L)、中(100 mg/L)、低(50 mg/L),土壤含水量10%,模拟降雨800 mL,降雨速度65 mL/h,折合降雨量为27 mm,比较3种不同浓度的硝磺草酮对土壤淋溶的影响。

1.2.4.2 不同降雨量对硝磺草酮土壤淋溶的影响

硝磺草酮浓度100 mg/L,土壤含水量10%,模拟降雨600 mL,降雨速度50 mL/h、折合降雨量为20 mm;降雨800 mL,降雨速度65 mL/h,折合降雨量为27 mm;降雨1200 mL,降雨速度100 mL/h,折合降雨量为40 mm。比较3种降雨量对土壤淋溶的影响。

1.2.4.3 土壤中不同有机质含量对硝磺草酮土壤淋溶的影响

硝磺草酮浓度100 mg/L,土壤含水量10%,模拟降雨800 mL,降雨速度65 mL/h,折合降雨量为27 mm,土壤中不同有机质含量3.66%、4.7%和5.8%,比较土壤不同有机质含量对土壤淋溶的影响。

1.2.4.4 不同助剂添加对硝磺草酮土壤淋溶的影响

硝磺草酮浓度100 mg/L,分别添加助剂非离子1%、甲酯2%、硅0.1%,土壤含水量10%,模拟降雨800 mL,降雨速度65 mL/h,折合降雨量为27 mm,比较不同助剂添加对土壤淋溶的影响。

1.2.4.5 不同土壤对硝磺草酮土壤淋溶的影响

硝磺草酮浓度100 mg/L,黑土、黑钙土、草甸土3种土壤,土壤含水量10%,模拟降雨800 mL,降雨速度65 mL/h,折合降雨量为27 mm,比较3种土壤对土壤淋溶的影响。

2 结果与分析

2.1 硝磺草酮标准曲线

由图1可知标样线性方程为:y=15 124x+48 809,相关系数R²=0.9990;其中y为硝磺草酮峰面积,x为标准溶液浓度。在试验的浓度范围内,仪器对硝磺草酮有较好的线性相关。

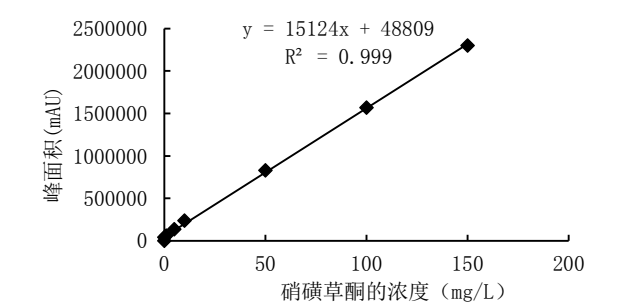


图1 硝磺草酮标准曲线

2.2 硝磺草酮土壤回收率

由表2可知,随着硝磺草酮标准土壤浓度的增加,平均回收率逐渐增加,药液浓度1 mg/L时平

均回收率74.66%,药液浓度10~150 mg/L时平均回收率均能达到90%以上,说明本试验硝磺草酮土壤的前处理方法、仪器检测条件可行适用。

2.3 土壤淋溶试验

2.3.1 不同浓度的硝磺草酮对土壤淋溶的影响

由图2可知,不同浓度的硝磺草酮在不同的土壤淋溶深度是有差异的。硝磺草酮浓度为50 mg/L在土壤淋溶深度30 cm时未检出残留。硝磺草酮浓度为100 mg/L在土壤淋溶深度35 cm时未检出残留。在硝磺草酮浓度50~150 mg/L,随着硝磺草酮淋溶深度的增加,土壤检测浓度逐渐下降。所以硝磺草酮浓度越高,土壤淋溶深度越深。

表2 硝磺草酮在土壤中的添加回收率

	添加浓度 (mg·kg ⁻¹)	回收率(%)			平均回收率 (%)	标准偏差 (%)	相对标准偏差 (%)
		1	2	3			
土壤	1	80.96	70.56	72.45	74.66	5.54	7.42
	5	87.65	79.98	84.41	84.01	3.85	4.58
	10	93.54	92.67	85.65	90.62	4.33	4.78
	50	90.35	91.68	95.62	92.55	2.74	2.96
	100	92.56	89.27	99.56	93.8	5.26	5.61
	150	102.11	100.23	96.67	99.67	2.76	2.77

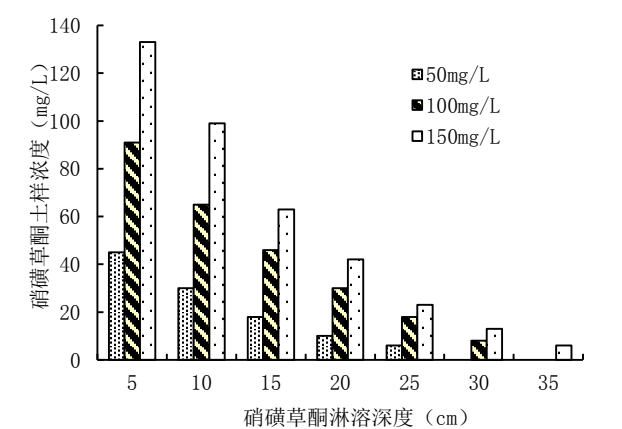


图2 不同浓度的硝磺草酮对土壤淋溶的影响

2.3.2 不同降雨量对硝磺草酮土壤淋溶的影响

由图3可知,不同降雨量对100 mg/L的硝磺草酮在不同的土壤淋溶深度是有差异的。降雨600 mL在土壤淋溶深度30 cm时,未检出农药残留。降雨800 mL在土壤淋溶深度35 cm时,未检出农药残留。在降雨600~1200 mL,随着硝磺草酮淋溶深度的增加,土壤检测浓度逐渐下降。同一淋溶深度,不同降雨量相比较存在差异。所以土壤检测浓度随着降雨量增加,淋溶深度和土壤检测浓度逐渐增加,即降雨1200 mL>800 mL>600 mL。这是因为降雨量增加,降雨速度加快,渗入

土层药液量增多,导致淋溶深度加大。

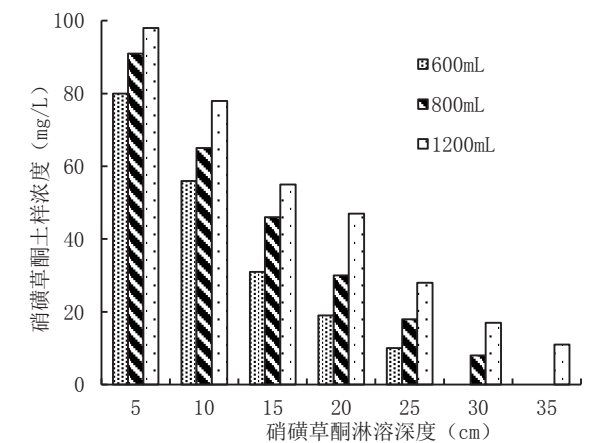


图3 不同降雨量对硝磺草酮土壤淋溶的影响

2.3.3 土壤中不同有机质含量对硝磺草酮土壤淋溶的影响

由图4可知,随着硝磺草酮淋溶深度的增加,土壤检测浓度逐渐下降。有机质含量5.8%在土壤淋溶深度30 cm时,未检出农药残留,有机质含量4.7%在土壤淋溶深度35 cm时,未检出农药残留。同一淋溶深度,不同有机质含量相比较存在差异。在有机质含量3.66%~5.8%时,土壤检测浓度随着有机质含量的增加,土壤检测浓度逐渐

降低,即有机质含量 3.66%>有机质含量 4.7%>有机质含量 5.8%。这是因为土壤中添加一定剂量的有机质之后形成了新的人工吸附剂,它对土壤中的硝磺草酮有很大的吸附能力和吸附容量,这种行为直接影响了硝磺草酮在土壤中的淋溶。

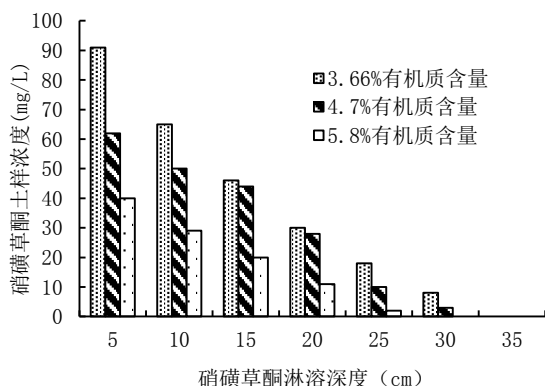


图4 土壤中不同有机质含量对硝磺草酮土壤淋溶的影响

2.3.4 不同助剂添加对硝磺草酮土壤淋溶的影响

由图5可知,随着硝磺草酮淋溶深度的增加,土壤检测浓度逐渐下降。3种助剂在土壤淋溶深度25 cm时,检测浓度均低于10 mg/L,3种助剂在土壤淋溶深度30 cm时,均未检出农药残留,同一淋溶深度,不同助剂相比较存在差异。这是因为土壤中添加一定剂量的助剂之后形成了新的人工吸附剂,它对土壤中的硝磺草酮有很大的吸附能力和吸附容量,这种行为直接影响了硝磺草酮在土壤中的淋溶程度。

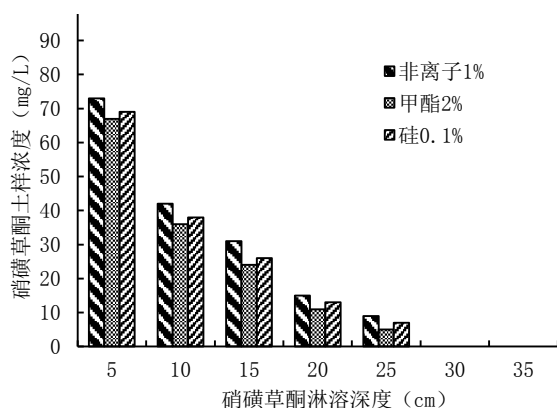


图5 不同助剂添加对硝磺草酮土壤淋溶的影响

2.3.5 不同土壤对硝磺草酮土壤淋溶的影响

由图6可知,随着硝磺草酮淋溶深度的增加,土壤检测浓度逐渐下降。草甸土在土壤淋溶深度30 cm时未检出农药残留,黑钙土在土壤淋溶深度35 cm时未检出农药残留。同一淋溶深度,不

同土壤相比较存在差异。

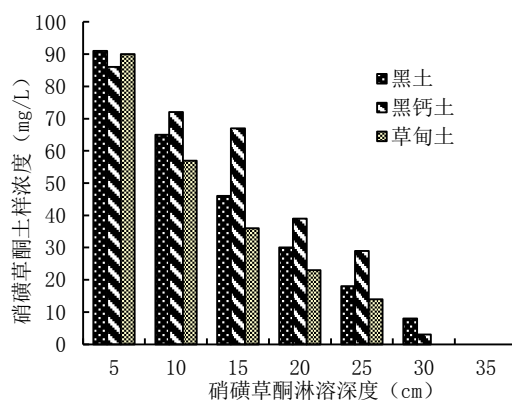


图6 不同土壤对硝磺草酮土壤淋溶的影响

3 结论

本研究通过仪器分析方法,研究了硝磺草酮不同浓度、不同降雨量、不同有机质含量、不同助剂的添加,在不同土壤中的淋溶规律。试验结果表明:不同浓度的硝磺草酮在土壤淋溶中存在差异,硝磺草酮浓度越高,土壤淋溶深度越深,即150 mg/L>100 mg/L>50 mg/L;随着降雨量增加,降雨速度加快,渗入土层药液量增多,导致淋溶深度加大,即降雨量1200 mL>800 mL>600 mL;不同有机质的含量,对硝磺草酮在土壤淋溶中存在很大差异。随着有机质含量的增加,土壤检测浓度逐渐降低,即检测浓度有机质含量3.66%>有机质含量4.7%>有机质含量5.8%;不同助剂在土壤淋溶中也存在差异,这是因为土壤中添加一定剂量的助剂之后形成了新的人工吸附剂,它对土壤中的硝磺草酮有很大的吸附能力和吸附容量,这种行为直接影响了硝磺草酮在土壤中的淋溶程度;不同土壤相比较也存在较大的差异。

参考文献:

- [1] 孙约兵,徐应明,孙 杨,等. 新型除草剂硝磺草酮在玉米和土壤中的残留及降解行为[J]. 环境化学, 2013, 32(1): 144-149.
- [2] 贺 敏,贾春虹,平 华. 三酮类除草剂硝磺草酮的环境行为研究进展[J]. 农药, 2012, 51(6): 402-404.
- [3] 陈祖义,黄世乐. 农药杀虫双在土壤中的淋溶特性[J]. 农业环境保护, 1992, 11(1): 25-27.
- [4] 孔德洋,石利利,单正军,等. 除草剂甲基磺草酮在土壤中的吸附及淋溶特性[J]. 中国环境科学, 2008, 28(8): 753-757.
- [5] 段亚玲,李景壮,赵亚洲,等. 氟环唑在贵州土壤中淋溶特性研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(29): 184-187.

(下转第70页)

3 小 结

本实验结果表明,肇东部分地区玉米田稗草对烟嘧磺隆具有抗性,而且烟嘧磺隆对苘麻的防效很差,在部分地块甚至没有防效,而氯氟吡氧乙酸对苘麻的防效很好,硝基磺草酮虽然对每种草的防效都很好,但其成本相对较高。基于以上结果,在没有苘麻而且稗草抗性又不强的地块,可以选择常规的烟嘧磺隆与莠去津的合剂就可以达到防除的目的;而对于有苘麻且稗草抗性不强的地块,可选择烟嘧磺隆与氯氟吡氧乙酸的合

剂;对于稗草抗性较强且有苘麻的地块,应该选择硝基磺草酮与莠去津的合剂才能达到防除的效果。本实验结果可以为黑龙江省部分地区玉米田杂草的防除提供理论依据。

参考文献:

- [1] 张朝贤,倪汉文,魏守辉,等. 杂草抗药性研究进展[J]. 中国农业科学, 2009, 42(4): 1274-1289.
- [2] 石秀清,王富荣,王建军,等. 4% 烟嘧磺隆悬浮剂防除玉米田杂草效果[J]. 山西农业科学, 2006, 34(4): 59-61.

(责任编辑:王 昱)

(上接第 48 页)

参考文献:

- [1] 王宗明,于 磊,张 柏,等. 过去 50 年吉林省玉米带玉米种植面积时空变化及其成因分析[J]. 地理科学, 2006, 26(3): 299-305.
- [2] 四平统计局. 四平统计年鉴[M]. 北京:中国统计出版社, 2013: 380-381.
- [3] 王激清,马文奇,江荣风,等. 养分资源综合管理与中国粮食安全[J]. 资源科学, 2008, 30(3): 415-422.
- [4] 刘恩科,赵秉强,胡昌浩,等. 长期施用氮、磷、钾化肥对玉米产量及土壤肥力的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(5): 789-794.
- [5] 朱兆良. 农田中氮肥的损失与对策[J]. 土壤与环境, 2000, 9(1): 1-6.
- [6] 巨晓棠,谷保静. 我国农田氮肥施用现状、问题及趋势[J]. 植物营养与肥料学报, 2014, 20(4): 783-795.
- [7] 任 军,边秀芝,郭金瑞,等. 我国农业面源污染的现状与

对策 I. 农业面源污染的现状与成因[J]. 吉林农业科学, 2010, 35(2): 48-52.

- [8] Bender R R, Haegerle J W, Ruffo M L, et al. Nutrient uptake, partitioning, and remobilization in modern, transgenic insect-protected maize hybrids[J]. Agronomy Journal, 2013(105): 161-170.
- [9] 张福锁,王激清,张卫峰,等. 中国主要粮食作物肥料利用率现状与提高途径[J]. 土壤学报, 2008, 45(5): 915-924.
- [10] 韩志勇,徐长青,高 强. 东北地区玉米高产高效养管理技术现状 & 影响因素[J]. 吉林农业科学, 2012, 27(7): 34-37.
- [11] 高 强,冯国忠,王志刚. 东北地区春玉米施肥现状调查[J]. 中国农学通报, 2010, 26(14): 229-231.
- [12] 高 强,李德忠,黄立华,等. 吉林玉米带玉米一次性施肥现状调查分析[J]. 吉林农业大学学报, 2008, 30(3): 301-305.

(责任编辑:姜晓莉)

(上接第 52 页)

- [6] 曹美珠,张超兰,潘丽萍,等. 两种生物炭对两种质地土壤中阿特拉津淋溶与迁移的影响[J]. 农业环境科学学报, 2015, 34(1): 65-71.
- [7] 田 海,简 秋,郑尊涛,等. 莠灭净在不同土壤中的淋溶性研究[J]. 农药科学与管理, 2014, 35(12): 42-45.
- [8] 陈怀满. 环境土壤学[M]. 北京:科学出版社, 2005: 198-225.
- [9] 刘武仁,郑金玉,罗 洋,等. 秸秆循环还田土壤环境效应变化研究[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(1): 32-36.
- [10] 王义生,朱晓敏,张荣宝,等. 5 种除草剂对白僵菌孢子萌

发的影响[J]. 吉林农业科学, 2015, 40(2): 62-63, 91.

- [11] 王 超,阮晓红,朱 亮. 污染物在非饱和土壤中迁移规律的试验研究[J]. 河海大学学报, 1996, 24(2): 7-13.
- [12] 张 瑾,司友斌. 腐殖酸对除草剂胺苯磺隆在红壤中淋溶迁移的影响[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(5): 1645-1649.
- [13] Dermont G, Bergeron M, Mercier, et al. Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications[J]. Journal of Hazardous Materials, 2008, 152(1): 1-31.

(责任编辑:王海岩)