

中图分类号: S532 文献标识码: B 文章编号: 1672-3635(2013)03-0140-04

栽培生理

土壤中氯嘧磺隆对马铃薯和甜菜生育的影响

高中超¹, 中本和夫², 刘婷婷³, 王秋菊⁴, 赵长龙⁵, 刘 峰^{1*}, 胡 凡⁶

(1. 黑龙江省农业科学院土壤肥料与资源环境研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 2. 日本国际农林水产研究中心, 日本筑波 305-8686; 3. 黑龙江省农业科学院黑河分院, 黑龙江 黑河 164300; 4. 黑龙江省农业科学院耕作栽培研究所, 黑龙江 哈尔滨 150086; 5. 黑龙江省依安县农业技术推广中心, 黑龙江 依安 161500; 6. 黑龙江省农业科学院佳木斯分院, 黑龙江 佳木斯 154007)

摘 要: 为了明确土壤中氯嘧磺隆对马铃薯和甜菜生育的影响, 分别在苗期和生育盛期向盆栽土壤中灌施不同浓度的氯嘧磺隆溶液, 调查作物生育产量。结果表明: 供试的马铃薯和甜菜苗期耐药能力弱, 生育盛期耐药能力增强; 马铃薯耐药能力比甜菜强。马铃薯临界浓度苗期为 0.017 a.i. mg/kg 土, 生育盛期约为 0.071 a.i. mg/kg 土; 甜菜苗期至少小于 0.0002 a.i. mg/kg 土, 生育盛期约为 0.011 a.i. mg/kg 土。马铃薯苗期抑制产量 EC_{50} 值约为 0.065 a.i. mg/kg 土, 生育盛期约为 0.200 a.i. mg/kg 土; 甜菜苗期因植株死亡未得到数据, 生育盛期约为 0.014 a.i. mg/kg 土。

关键词: 氯嘧磺隆; 马铃薯; 甜菜; 临界浓度; EC_{50} ; 生育; 产量

Effect of Soil Chlorimuron-ethyl on Yield of Potato and Sugar Beet

GAO Zhongchao¹, Nakamoto Kazuo², LIU Tingting³, Wang Qiuju⁴, ZHAO Changlong⁵, LIU Feng^{1*}, HU Fan⁶

(1. Institute of Soil Fertilizer and Environment Resources, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China; 2. International Research Center of Agricultural Sciences, Tsukuba 305-8686, Japan; 3. Heihe Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Heihe, Heilongjiang 164300, China; 4. Institute of Tillage and Cultivation, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin, Heilongjiang 150086, China; 5. Yilan Agricultural Technology Extension Center, Yilan, Heilongjiang 161500, China; 6. Jiamusi Branch, Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Jiamusi, Heilongjiang 154007, China)

Abstract: Various concentrations of chlorimuron-ethyl were applied in pot planted to potato and sugar beet at seedling and full-growing stages, and the growth and yield of both crops were investigated in order to understand the effects of chlorimuron-ethyl on yields of potato and sugar beet. Chlorimuron-ethyl tolerance was weaker at seedling stage than full-growing stage for both potato and sugar beet, and potato was more tolerant as compared with sugar beet. As for the critical concentration of potato, it was 0.017 a.i. mg/kg soil at seedling stage and 0.071 a.i. mg/kg soil at full-growing stage. For sugar beet, it was at least 0.0002 a.i. mg/kg soil at seedling stage (no sugar beet was survived when the concentration was more than 0.0002 a.i. mg/kg soil) and 0.011 mg/kg soil at full growing stage. EC_{50} for yield inhibition of potato was 0.065 a.i. mg/kg soil at seedling stage and 0.200 a.i. mg/kg soil at full-growing stage. Because all sugar beet plants were died at seedling stage, no data of EC_{50} were available for seedling stage. The value was 0.014 a.i. mg/kg soil at full growing stage.

Key Words: chlorimuron-ethyl; potato; sugar beet; critical concentration; EC_{50} ; growth; yield

氯嘧磺隆(Chlorimuron-ethyl)是磺酰脲类除草剂, 广泛用于大豆田防除阔叶杂草, 由于残效期长, 使用不当易对下茬敏感作物如马铃薯、甜菜、玉米

造成药害^[1,2], 王险峰等^[3]认为, 在氯嘧磺隆应用后的 40~48 个月内不能种植马铃薯和甜菜等敏感作物。近年来, 随着黑龙江省马铃薯等经济作物的发展,

收稿日期: 2013-03-10

基金项目: 农业部 948 项目(2009-Z21); 黑龙江省青年基金(QC2009C112); 农村领域国家科技计划部分研究内容(2012BAD06B00); 公益性行业(农业)科研专项经费资助(201303126)。

作者简介: 高中超(1977-), 男, 助理研究员, 主要从事土壤改良与修复研究。

* 通信作者(Corresponding author): 刘峰, 研究员, 主要从事土壤改良研究, Email: liufengjms@163.com。

除草剂药害频繁发生，给农业生产造成很大损失。因此，研究明确作物不同生育时期对氯嘧磺隆的敏感性，对于指导轮作和防止发生残留除草剂药害有重要意义。郭玉莲等^[4]和丁伟等^[5]分别研究了玉米、甜菜耐氯嘧磺隆特性和机制；黄春艳等^[6]研究保护剂对普施特解毒的效果；张金艳等^[7]研究N-二氯乙酰基-2-甲基-1-氧杂-4-氮杂-螺[4.4]壬烷用于减轻氯嘧磺隆对玉米残留药害的除草剂解毒剂；Sanyal 等^[8]研究磺酰类除草剂在土壤中存在非酶促的生物降解、光化学分解及水解作用。高中超等^[9,10]研究了氯嘧磺隆在土壤中分布特性，提出土层置换消除残留除草剂药害的途径和方法，应用效果明显。但是关于不同生育时期甜菜、马铃薯与土壤中氯嘧磺隆浓度关系的研究尚未见报道。本文试图通过研究马铃薯和甜菜不同生育时期对氯嘧磺隆的耐药性，为预防残留除草剂药害提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验处理

2009 年 5~10 月采用盆栽法进行试验。试验包

括 2 种作物，2 个生育时期和 6 个除草剂浓度梯度，共 24 个处理组合，3 次重复。供试作物为甜菜和马铃薯；试验时期分别为苗期(甜菜为 2 叶期、马铃薯 6 叶期)和生育盛期(甜菜在叶丛快速生长期、马铃薯在始花期)；浓度梯度分别为：① 0.1000 a.i. mg/kg 土；② 0.0200 a.i. mg/kg 土；③ 0.0100 a.i. mg/kg 土；④ 0.0050 a.i. mg/kg 土；⑤ 0.0002 a.i. mg/kg 土；⑥ 0 a.i. mg/kg 土(CK，清水)。供试除草剂为国豆(20 % 氯嘧磺隆可湿性粉剂)。

1.2 试验方法

试验采用直径 20 cm、高 25 cm 盆钵，供试土壤取自院试验地 0~20 cm 表层土(典型黑土)，基本化学性质如表 1 所示。

称取过 2 mm 筛的风干土样 6 kg(含水量 2 %)，分别装入盆钵震动 20 次，向 0~10 cm 土层内均匀混施尿素(N46 %) 2 g/盆、二铵(P₂O₅ 46 %) 2 g/盆、氯化钾(K₂O 50 %) 4 g/盆后，灌水至饱和，盖塑料布防止水分蒸发，2d 后播种甜菜和马铃薯，覆土 1 kg。5 月 24 日播种，供试甜菜品种为‘阿西罗’，马铃薯品种为‘克新 16 号’。

表 1 供试土壤化学性质
Table 1 Characteristics of soil

全氮(g/kg) Total N	全磷(g/kg) Total P	全钾(g/kg) Total K	速效氮(mg/kg) Available N	速效磷(mg/kg) Available P	速效钾(mg/kg) Available K	有机质(g/kg) Organic matter	pH
2.48	1.68	20.68	136.2	122.3	257.2	45.3	6.68

将定量的氯嘧磺隆加入蒸馏水定容到 500 mL，分别在苗期(甜菜 6 月 4 日、马铃薯 6 月 9 日)和生育盛期(甜菜 6 月 26 日、马铃薯 7 月 10 日)从植株根部一次性施入土壤中。

2 结果与分析

2.1 对作物产量影响

从表 2 看出，随着氯嘧磺隆浓度增加，马铃薯、甜菜产量呈明显降低趋势；甜菜苗期对氯嘧磺隆十分敏感，即使土壤氯嘧磺隆浓度仅为 0.0002 a.i. mg/kg 土，也会导致幼苗全部死亡；而马铃薯苗期对氯嘧磺隆的耐药性比甜菜强，即使在试验中的最高处理浓度 0.1000 a.i. mg/kg 土下也能生成一定经济产量；生育盛期，甜菜和马铃薯均未发生植株死亡现象。由此可见，作物耐药性苗期小于生育盛期，甜菜小于马铃薯。

图 1 展示了不同生育时期甜菜和马铃薯相对产量与土壤中氯嘧磺隆含量的关系。其中 Y 轴为以对照产量为 100 % 的相对产量；X 轴为土壤中氯嘧磺隆有效成分浓度。定义因药害而比对照减产 20 % 氯嘧磺隆浓度指标为临界浓度。从图 1 看出，马铃薯苗期临界浓度约为 0.017 a.i. mg/kg 土，甜菜苗期因植株死亡未得到数据，推测至少小于 0.0002 a.i. mg/kg 土；马铃薯生育盛期临界浓度为 0.071 a.i. mg/kg 土，甜菜为 0.011 a.i. mg/kg 土。抑制产量 EC₅₀ 值(是指药物的安全指标，通常其值越大越安全)，马铃薯苗期约为 0.065 a.i. mg/kg 土，生育盛期推测值约为 0.200 a.i. mg/kg 土；甜菜生育盛期 EC₅₀ 推测值约为 0.014 a.i. mg/kg 土。

2.2 对甜菜生育指标的影响

表 3 是不同氯嘧磺隆浓度对甜菜生育的影响。由

表 2 氯嘧磺隆浓度对甜菜和马铃薯产量的影响
Table 2 Effect of various concentrations of chlorimuron-ethyl on yield of sugar beet and potato

处理 Treatment (a.i. mg/kg)	块茎(根)产量(g/盆)Yield of tuber (root) (g/pot)			
	甜菜 Sugar beet		马铃薯 Potato	
	苗期 Seedling stage	生育盛期 Full-growing stages	苗期 Seedling stage	生育盛期 Full-growing stages
0.1000	死亡	154.5	86.6	226.5
0.0200	死亡	201.5	237.8	274.1
0.0100	死亡	393.0	260.5	267.6
0.0050	死亡	500.5	276.3	300.5
0.0002	死亡	466.0	294.7	302.2
0(CK)	484.6	475.5	307.5	304.6

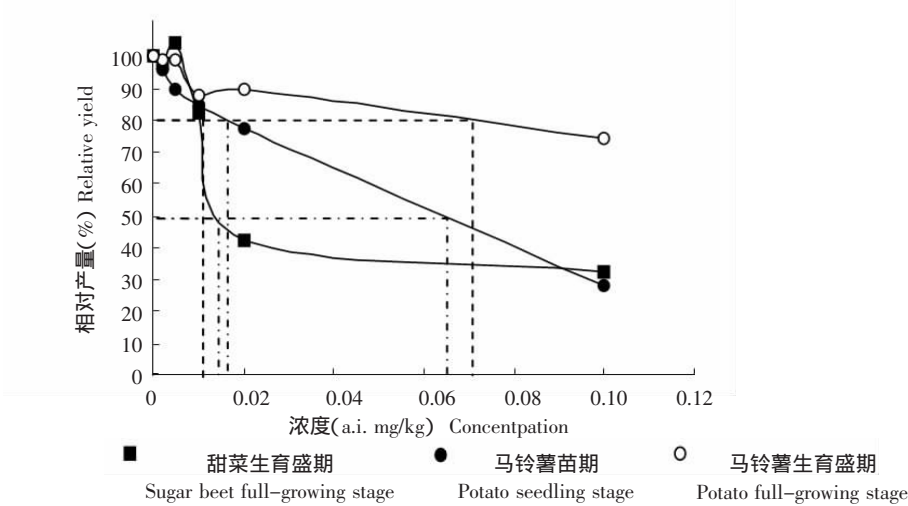


图 1 氯嘧磺隆抑制作物产量的临界浓度和 EC 值
Fig 1 Critical concentration of chlorimuron-ethyl to inhibit crops

表 3 不同浓度除草剂对甜菜生育的影响
Table 3 Effect of various concentrations of chlorimuron-ethyl on beet growth

处理(a.i. mg/kg soil) Treatment	株高(cm) Height	直径(cm) Diameter	根长(cm) Root length	鲜重/盆(g) Fresh weight/plot	
				地上部 Fresh weight aboveground	地下部 Fresh weight under ground
0.1	13.3	3.3	8.5	10.3	29.3
0.02	13.8	3.3	9.1	12.0	37.7
0.01	18.4	4.1	12.2	16.5	74.6
0.005	20.8	5.1	11.1	19.5	110.1
0.0002	19.4	5.3	10.5	28.5	93.2
0(CK)	20.3	5.1	11.4	20.8	95.1

于甜菜苗期施药处理导致幼苗全部死亡，表 3 仅列出了生育盛期施药处理的甜菜生育调查结果。从表 3 看出，当土壤中氯嘧磺隆浓度达到 0.0100 a.i. mg/kg 土时，生长明显受到抑制，主要表现为株高降低、根

径变细、生物量积累量减少；而土壤中氯嘧磺隆浓度含量 0.0050 a.i. mg/kg 土，对甜菜生育影响不明显。

2.3 对马铃薯生育指标的影响

从表 4 看出，马铃薯苗期对氯嘧磺隆反应敏感，

表 4 氯嘧磺隆浓度对马铃薯生长发育的影响

Table 4 Effect of various concentrations of chlorimuron-ethyl on potato growth

处理时期 Developmental stage	调查项目 Item	处理(a.i. mg/kg) Treatment					
		0.1000	0.0200	0.0100	0.0050	0.0001	0(CK)
苗期 Seedling stage	株高(cm) Height	11.8	21.5	27.8	37.0	38.3	41.0
	叶绿素 SPAD 值 SPAD value	31.2	39.4	42.3	41.3	41.7	44.2
始花期 Flower stage	株高(cm) Height	28.8	31.3	28.8	29.5	28.8	30.0
	叶绿素 SPAD 值 SPAD value	34.4	37.9	36.7	38.5	36.6	37.9

随着土壤中氯嘧磺隆含量增加, 株高降低, SPAD 值明显下降; 生长盛期植株对氯嘧磺隆敏感性降低, 株高和叶绿素下降不明显。

3 讨 论

土壤中氯嘧磺隆对甜菜和马铃薯的生育产量危害明显, 植株受害后生长缓慢, 扭曲变形, 光和能力下降甚至枯死。作物苗期耐药能力弱, 种植马铃薯的临界浓度为 0.017 a.i. mg/kg 土, 超过此浓度会招致严重减产; 随生育进程作物耐药能力增强。甜菜对氯嘧磺隆极端敏感, 不能在有残留氯嘧磺隆土壤上种植。关于抑制产量的 EC_{50} 值, 马铃薯苗期约为 0.065 a.i. mg/kg 土, 生育盛期约为 0.200 a.i. mg/kg 土; 甜菜苗期因植株死亡未得到数据, 生育盛期约为 0.014 a.i. mg/kg 土。

据调查, 残留在土壤中的氯嘧磺隆主要分布在 0~20 cm 土层中, 形成“毒土层”危害后茬作物, 据此我们提出将“毒土层”深埋到 20 cm 以下土层中, 即土层置换技术^[10]。根据本研究结果, 作物进入生育盛期, 根系下扎到深埋的“毒土层”中, 但此时作物代谢旺盛, 已经具备了足够的抗药能力, 对作物产量不良威胁也会相应降低, 本研究结果从侧面证

明了土层置换技术的可行性。

[参 考 文 献]

- [1] 刘金胜, 寇俊杰, 刘桂龙. 磺酰脲类除草剂的应用研究进展[J]. 农药, 2007, 46(3): 145-147.
- [2] 苏少泉. 长残留除草剂对后茬作物安全性问题[J]. 农药, 1998, 37(12): 4-7.
- [3] 王险峰, 关成宏, 辛明远. 我国长残效除草剂使用概况、问题及对策[J]. 农药, 2003, 42(11): 5-10.
- [4] 郭玉莲, 陶波, 翟喜海, 等. 不同玉米品种对氯嘧磺隆的耐药性差异及其机制[J]. 植物保护学报, 2009, 36(4): 367-370.
- [5] 丁伟, 马凤鸣, 程茁, 等. 甜菜耐氯嘧磺隆生化机理的研究[J]. 中国农业科学, 2009, 42(3): 906-911.
- [6] 黄春艳, 陈铁保, 王宇, 等. 保护剂对普施特解毒效果的研究初报[J]. 黑龙江农业科学, 2000(4): 1-3.
- [7] 张金艳, 毕洪梅, 王亚飞, 等. 用于减轻氯嘧磺隆对玉米残留药害的除草剂解毒剂[J]. 农药, 2008, 47(7): 525-527.
- [8] Sanyal N, Pramanik S K, Pal R, et al. Laboratory simulated dissipation of metsulfuron methyl and chlorimuron ethyl in soils and their residual fate in rice, wheat and soybean at harvest[J]. Journal of Zhejiang University: Science B, 2006, 7(3): 202-208.
- [9] 高中超, 匡恩俊, 黄春艳, 等. 豆田残留除草剂氯嘧磺隆在土壤空间分布的研究[J]. 大豆科学, 2010, 29(1): 81-83.
- [10] 高中超, 刘峰, 张春峰, 等. 土层置换犁消除豆田残留除草剂药害的效果[J]. 农业工程学报, 2012, 28(20): 202-209.

欢迎订阅 2014 年《中国马铃薯》杂志

《中国马铃薯》杂志是由东北农业大学和中国作物学会马铃薯专业委员会主办的国内唯一的马铃薯专业科技期刊。它以繁荣我国马铃薯事业为办刊宗旨, 设有遗传育种、栽培生理、土壤肥料、病虫害防治、综述、简报、品种介绍等栏目。

本刊国内外公开发行, 双月刊, 大 16 开本, 每期定价 12.00 元, 全年 72.00 元, 哈尔滨市邮局发行, 全国各地邮局订阅, 邮发代号: 14-167。读者也可直接汇款至编辑部订阅。

本刊承揽广告业务, 欢迎各界广为利用。

联系人: 陆忠诚

通讯地址: 哈尔滨市东北农业大学《中国马铃薯》编辑部 邮编: 150030 电话: 0451-55190003