

氯嘧磺隆降解菌降解效果研究

王彦杰¹, 洪秀杰², 宋伟英¹, 王冬梅²

(1. 黑龙江八一农垦大学 生命科学技术学院, 黑龙江 大庆 163319; 2. 大庆市农业技术推广中心, 黑龙江 大庆 163411)

摘要:近年来除草剂在土壤中持续积累, 对后茬敏感作物造成严重药害, 导致作物减产甚至绝产, 氯嘧磺隆就是其中一种广谱、超高效和残留期较长的磺酰脲类除草剂。该试验通过氯嘧磺隆降解菌的筛选并作用于受氯嘧磺隆药害的萌芽水稻种子, 利用测定筛选出的氯嘧磺隆降解菌对氯嘧磺隆的降解作用来研究其对氯嘧磺隆的降解作用效果。结果表明: 所筛选的氯嘧磺隆降解菌对氯嘧磺隆有一定的降解作用。在同一菌不同浓度下, 氯嘧磺隆 $5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时降解效果最好。在同一氯嘧磺隆水平下, 降解菌稀释倍数为 100 倍时降解效果最佳。

关键词: 氯嘧磺隆; 降解菌; 水稻萌发种子; 降解效果

中图分类号: S182

文献标识码: A

文章编号: 1002-2767(2012)06-0073-04

氯嘧磺隆(豆磺隆)是 20 世纪 80 年代初期美国杜邦公司开发的磺酰脲类除草剂^[1]。由于它的用量少, 活性高, 杀草谱广, 成本低等优点, 在农业中得到了广泛的应用^[1-2]。它在土壤中不易挥发, 不易光解, 随 pH 的升高其半衰期延长^[3-6]。在土壤中主要通过水解和微生物降解作用而消失, 其生物活性高, 易对后茬敏感作物产生药害, 尤其在高 pH 土壤中, 残留期比较长^[5]。

20 世纪 90 年代以来部分地区大面积使用氯嘧磺隆, 连续多年使用在土壤中持续积累, 在轮作农田中不仅对后茬敏感作物造成严重药害, 导致作物减产甚至绝产, 而且还可能对土壤环境造成污染。如何清除土壤中长残留的除草剂, 解决残留药害是当前世界研究的重要课题。

氯嘧磺隆在酸性和中性土壤中的降解主要靠微生物降解和化学水解; 在碱性土壤中, 微生物的降解起主要作用^[7-9]。随着生物技术的迅猛发展, 应用微生物进行生物修复已成为环境修复的一个重要内容。现通过筛选氯嘧磺隆降解菌并研究其降解效果, 旨在为氯嘧磺隆残留的生物治理提供一条有效途径。

收稿日期: 2012-03-27

基金项目: 黑龙江省科技厅国际科技合作资助项目(WC02208)

第一作者简介: 王彦杰(1972-), 男, 黑龙江省肇东市人, 硕士, 副教授, 从事农业废弃物资源化方面的研究。E-mail: wangyanjie1972@163.com。

Effect of Applying Controlled Releasing Fertilizer on Yield and Its Components of Rice

CHEN Ping¹, CHI Hai-feng¹, ZHANG Qian², GU Chuan-shen¹, DU Wan-jun¹

(1. Agricultural Technology Extension and Service Center of Ningxia Agricultural Reclamation, Yinchuan, Ningxia 750011; 2. Lingwu Agricultural Development Corporate, Yinchuan, Ningxia 751400)

Abstract: Taking rice variety Fuyuan No. 4 as material, the application of controlled releasing fertilizer and fertilizer method were studied by randomized block design. The result showed that the seedling number and grains per spike of treatment 3 were higher than the other treatments by 5.7%~13.9%, 6.5%~8.1%, sterile grain rate was lower than the other treatments by 5.3%~32.2%. There was significant difference between total stems, harvest spikes and spike length of different treatments. The yield reached the highest with the application of releasing fertilizer (N-P-K: 24-14-8) 937.5 kg·hm⁻² (basal application was 525 kg·hm⁻² and tillering stage top dressing was 412.5 kg·hm⁻²) during the whole growth period of rice, and the highest yield was 11 857.5 kg·hm⁻². Application of controlled releasing fertilizer could increase yield by 26.5% compared to the traditional fertilizer.

Key words: rice; controlled releasing fertilizer; optimized; apply fertilizer

1 材料与方法

1.1 材料

从长期使用氯嘧磺隆的大豆田取土,利用限定性培养富集获得氯嘧磺隆降解菌。

供试水稻品种为垦鉴稻 12; 试验药剂有氯嘧磺隆 20% 可湿性粉剂(沈阳化工研究院试验厂生产)。

培养基为无机盐培养基: $K_2HPO_4 \cdot 7H_2O$ 1.6 g、 KH_2PO_4 0.4 g、 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.06 g、 $Fe_2(SO_4)_3$ 0.03 g、 $CaCl_2$ 0.01 g、 $CuSO_4$ 0.05 mg、 $ZnSO_4$ 0.05 mg、 NH_4Cl 1.0 g、 HBO_3 0.03 mg、琼脂 15 g、蒸馏水 1 000 mL。

1.2 方法

1.2.1 降解菌的富集 取多年施用氯嘧磺隆的土壤用无菌水溶解稀释得到土壤悬浊液,将 135 mL 的富集培养基加入 250 mL 的三角瓶中(氯嘧磺隆浓度为 $1 g \cdot L^{-1}$),并按 10% 的接种量接种土壤悬液,置 $37^\circ C$ 、 $130 r \cdot min^{-1}$ 的摇床培养 2 d,将培养液按 10% 接种量接种于氯嘧磺隆浓度为 $1 g \cdot L^{-1}$ 的新鲜富集培养基中,然后在 $37^\circ C$ 摇瓶培养 2 d,依次类推 5 次接种,最终富集得到降解菌株培养物种子。将菌悬液用涂布法在以氯嘧磺隆为唯一碳源的无机培养基上进行分离, $37^\circ C$ 培养 1 d,挑取单菌落反复划线纯化。最终得到纯菌, $4^\circ C$ 冰箱保存备用。

1.2.2 降解试验设计 试验氯嘧磺隆设 5 个水平,分别为 0、5、10、15、 $20 \mu g \cdot kg^{-1}$ 。氯嘧磺隆降解菌设 5 个水平,分别为清水、降解菌发酵液稀释 10、100、1 000、10 000 倍。每个处理 3 次重复,共 75 个处理。

将水稻种子浸种,催芽后待芽长为 1 mm 左右播种。在每个培养皿中铺一张滤纸,将氯嘧磺隆 20% 可湿性粉剂配成母液,再采用逐步稀释的方法配成试验所需的各浓度药液,每个培养皿放 15 mL 各浓度药液,对照放 15 mL 清水。再向每个平皿中加入 15 mL 的稀释菌液,使菌达到试验所需的浓度。之后选籽粒饱满、无病虫害、芽长均匀一致的 30 粒水稻种子均匀放入每个培养皿。把培养皿随即放入 $26^\circ C$ 的恒温培养箱里黑暗培养 8 d 后取出,测定根长、根鲜重、芽长、芽鲜重。利用 Excel 进行数据处理和统计分析。

2 结果与分析

2.1 降解菌菌株形态

菌株在无机盐培养基平板生长菌落呈圆形,不透明,乳白色,边缘整齐。

2.2 不同处理对水稻芽长的影响

由图 1 可知,在同一降解菌浓度下,随氯嘧磺隆浓度的增加,芽长呈逐渐降低的趋势。在菌量为 0 时,与氯嘧磺隆 0 水平处理相比,氯嘧磺隆浓度为 $5 \sim 20 \mu g \cdot kg^{-1}$ 时,对芽长的抑制率依次为 16.4%、32.3%、47.6% 和 72.3%。方差分析结果表明,与无氯嘧磺隆处理相比较,氯嘧磺隆浓度为 $5 \mu g \cdot kg^{-1}$ 时,对芽的抑制作用不显著;氯嘧磺隆浓度为 $10 \mu g \cdot kg^{-1}$ 时,对芽的抑制达到显著水平;氯嘧磺隆浓度为 $20 \mu g \cdot kg^{-1}$ 时达到极显著水平。

同一氯嘧磺隆水平下,随降解菌用量的增加,各处理芽长都有逐渐增加的趋势。方差分析表明:氯嘧磺隆浓度为 $5 \sim 15 \mu g \cdot kg^{-1}$ 处理中,与降解菌对照相比,降解菌浓度稀释 10 000 倍时水稻芽长的增加不显著,菌浓度稀释倍数 ≤ 100 倍时水稻芽长的增加即达到极显著水平,但当菌浓度稀释倍数在 10~100 倍时,各处理间差异不显著。

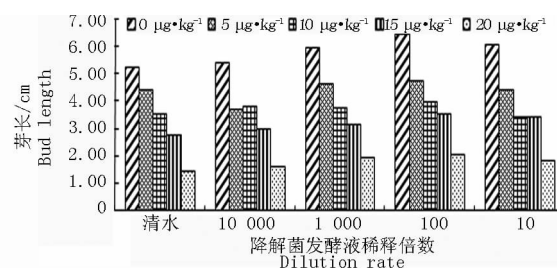


图 1 不同处理对水稻芽长的影响

Fig. 1 The effect of different treatments on the length of rice bud

2.3 不同处理对水稻芽鲜重的影响

由图 2 可知,在同一降解菌浓度下,随氯嘧磺隆浓度的增加,芽鲜重逐渐降低。未施用降解菌处理中,与氯嘧磺隆 0 水平处理相比,氯嘧磺隆浓度为 $5 \sim 20 \mu g \cdot kg^{-1}$ 时,对芽鲜重的抑制率依次为 9.4%、15.3%、28.4%、43.0%。

同一氯嘧磺隆水平下,随降解菌浓度的增加,各处理芽鲜重均有增加的趋势。与不加降解菌相比,氯嘧磺隆 0 水平处理中,降解菌浓度稀释倍数为 10 000、1 000、100、10 时,芽鲜重分别提高了

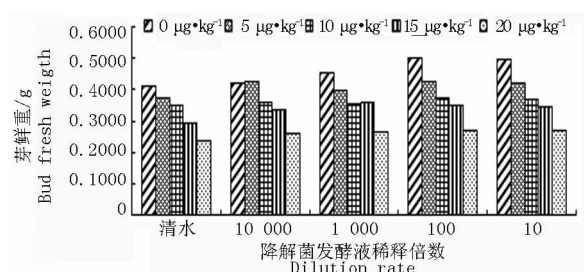


图2 不同处理对水稻芽鲜重的影响

Fig. 2 The effect of different treatments on the fresh weight of rice bud

2.6%、10.2%、21.4%、20.6%。氯嘧磺隆浓度为 $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100、10时,芽鲜重分别提高了14.3%、7.1%、13.8%、12.8%。氯嘧磺隆浓度为 $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,芽鲜重分别提高了3.4%、2.4%、6.8%、6.4%。氯嘧磺隆 $15 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,芽鲜重分别提高了13.7%、22.1%、18.9%、17.9%。氯嘧磺隆 $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,芽鲜重分别提高了11.6%、13.9%、14.9%、14.2%。可见,不同浓度的氯嘧磺隆处理加入一定浓度的降解菌对芽鲜重均有不同程度增加。

2.4 不同处理对水稻根长的影响

根是植物生长的重要器官,根系发育状况及其活力高低对水稻生长具有重要作用。水稻根系对氯嘧磺隆非常敏感,随氯嘧磺隆浓度增加,水稻根长缩短。由图3可知,在同一菌浓度下,随氯嘧磺隆浓度增加,各处理根长均呈逐渐降低趋势。在菌量为0时,与氯嘧磺隆0水平处理相比,氯嘧磺隆浓度为 $5\sim 20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,对根长的抑制率依次为20.6%、33.5%、49.6%、78.7%。方差分析表明,与氯嘧磺隆处理比较,氯嘧磺隆浓度为 $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时根长没有显著减小;氯嘧磺隆浓度为 $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,对根长的抑制即达到了显著水平;氯嘧磺隆浓度为 $15 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,对根长的抑制已达到了极显著水平。

同一氯嘧磺隆水平下,随降解菌浓度的增加,各处理根长均有逐渐增加的趋势。与不加降解菌相比,氯嘧磺隆对照中,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根长分别提高了9.3%、12.7%、21.1%、10.9%。氯嘧磺隆浓度为

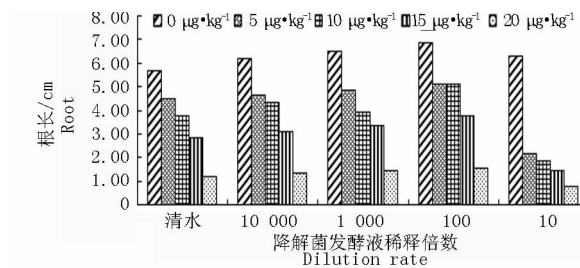


图3 不同处理对水稻根长的影响

Fig. 3 The effect of different treatments on the length of rice root

$5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根长分别提高了3.5%、7.8%、13.5%;降解菌稀释倍数为10时,根长降低了52.1%。氯嘧磺隆浓度为 $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根长分别提高了14.0%、3.7%、35.7%;降解菌稀释倍数为10时,根长降低了50.5%。氯嘧磺隆 $15 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根长分别提高了9.1%、17.5%、32.2%;降解菌稀释倍数为10时,根长降低了50.0%。氯嘧磺隆 $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根长分别提高了9.9%、20.1%、28.1%;降解菌稀释倍数为10时,根长降低了35.5%。可见,一定浓度的降解菌能促进水稻根系生长。不同氯嘧磺隆浓度下各处理水稻根长的方差结果表明,氯嘧磺隆浓度 $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 处理与未加菌相比,加菌稀释倍数为10 000时根长未显著增加,当菌稀释倍数1 000时水稻根长增加达到显著水平。氯嘧磺隆浓度为 $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 处理与未加菌相比,菌的稀释倍数为100时水稻根长增加达到显著水平;氯嘧磺隆浓度为 $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,各处理间处理差异均不显著,此时氯嘧磺隆浓度过大,降解菌已不能解除其对水稻根长产生的影响。

2.5 不同处理对水稻根鲜重的影响

由于氯嘧磺隆对根长和根数产生一系列影响,根鲜重也随之变化。由图4可以看出,在同一菌水平下,随氯嘧磺隆浓度增大,各处理根鲜重都表现为逐渐降低的趋势。未施用降解菌处理中,与氯嘧磺隆0水平处理相比,氯嘧磺隆浓度为 $5\sim 20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,对水稻根鲜重的抑制率依次为30.6%、35.0%、57.2%、82.2%。

在同一氯嘧磺隆水平下,随降解菌浓度增加

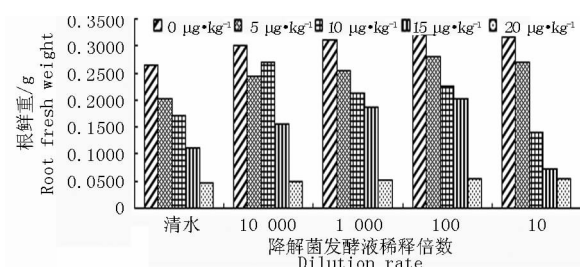


图4 不同处理对水稻根鲜重的影响

Fig. 4 The effect of different treatments on the fresh weight of rice root

水稻根重表现为逐渐增加趋势。与不加降解菌相比,氯嘧磺隆0水平处理中,降解菌浓度稀释倍数为10 000、1 000、100时,根鲜重分别提高了14.3%、18.2%、22.1%、19.9%。氯嘧磺隆浓度为 $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根鲜重分别提高了21.2%、26.1%、38.4%、33.3%。氯嘧磺隆浓度为 $10 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根鲜重分别提高了57.2%、24.9%、31.9%;降解菌稀释倍数为10时,根鲜重降低了18.3%。氯嘧磺隆 $15 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为10 000、1 000、100时,根鲜重分别提高了37.0%、66.9%、79.2%;降解菌稀释倍数为10时,根鲜重降低了36.1%。氯嘧磺隆 $20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,降解菌稀释倍数为1 000、100、10时,根鲜重分别提高了3.8%、11.5%、18.8%、14.7%。通过加入不同浓度的降解菌,在一定程度上有效减轻了氯嘧磺隆对根系产生的药害。但当菌浓度过大时渗透压过大,会对水稻的生长产生抑制作用。

Research on Degradation Effect of Chlorimuron ethyl Degradable Bacteria

WANG Yan-jie¹, HONG Xiu-jie², SONG Wei-ying¹, WANG Dong-mei²

(1. Life Science and Technology College of Heilongjiang Bayi Agricultural University, Daqing, Heilongjiang 163319; 2. Daqing Agricultural Technology Extension Center, Daqing, Heilongjiang 163411)

Abstract: In recent years the herbicide is accumulated continually in the soil, bringing serious chemical damage to the stubble sensitive crop, which resulted in the reduction of crop yield, even non-production. The chlorimuron ethyl is one of broad-spectrum, highly effective and sulphur ureide class weed killers. Through screening of the chlorimuron ethyl degradable bacteria and using it to affect the paddy rice seeds which were damaged by weed killer, the degeneration effect of the bacteria on the chlorimuron was studied. The result showed that the degeneration effect was the best when the dosage of chlorimuron ethyl was $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, the best degradation effect was obtained when the bacteria was diluted 100 times at the same level of the chlorimuron ethyl dosage.

Key words: chlorimuron ethyl; degradation bacteria; germinated rice seed; degradation effect

3 结论

根据已有报道^[11],少量的氯嘧磺隆残留即可对敏感作物产生严重的药害,抑制根生长,植物的根系发育严重受阻。该试验研究结果表明:氯嘧磺隆 $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 对水稻生长发育未产生明显影响,但随着氯嘧磺隆浓度的增加,水稻生长受阻,表现出明显药害症状,芽及根系性状显著下降。试验结果表明:在同一菌浓度下,氯嘧磺隆 $5 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时降解效果最好。在同一氯嘧磺隆水平下,降解菌稀释倍数为100时降解效果最好。

参考文献:

- [1] 藤春红. 氯嘧磺隆对土壤微生态的影响及其高效降解真菌的研究[D]. 哈尔滨:东北农业大学,2006.
- [2] Jae Koo Lee, Ki Chang Ahn, Oee Sook Park, et al. Development of an immunoassay for the residues of the Herbicide Bensulfuron-Methyl[J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2002, 5: 1791-1803.
- [3] 陶波, 苏少泉, 刘金宇. 农作物对磺酰脲类除草剂耐性的研究[J]. 东北农业大学学报, 1995, 6(2): 43-44.
- [4] 黄明智, 邓金保. 磺酰脲类除草剂的作用方式及其对作物的选择性[J]. 世界农药, 1997, 8(3): 436-438.
- [5] 赵姝, 张合豫, 胡远富, 等. 生物制剂降解氯嘧磺隆残留对水稻根系及产量性状的影响[J]. 中国农学通报, 2007, 6(23): 552-555.
- [6] 苏少泉. 常残留除草剂对后茬敏感作物安全性问题[J]. 农药, 1998, 37(12): 4-7.
- [7] 范志全, 钱传范, 胡继业. 磺酰脲类除草剂的化学水解[J]. 四川师范大学学报:自然科学版, 2003, 26(1): 69-73.
- [8] 黄明智, 邓金宝. 磺酰脲类除草剂的作用方式及其对作物的选择性[J]. 农药译丛, 1997, 19(3): 24-31.
- [9] 刘祥英, 柏连阳. 土壤微生物降解磺酰脲类除草剂的研究进展[J]. 现代农药, 2006, 5(1): 29-32.