

# 硅对污灌水稻幼苗几种生理特性的影响

王爱民

(徐州师范大学生物系, 江苏徐州 221009)

**摘要:** 水稻幼苗经奎河污水胁迫后, 根系活力、叶绿素含量、叶绿素 a/b 比值下降; 叶片 POD 活性、SOD 活性、相对电导率升高。在污水中加入 Si (1.5 mmol/L), 可使前三项生理指标明显提高 ( $P < 0.01$ ), 而后三项生理指标明显下降 ( $P < 0.01$ )。说明 Si 在一定程度上可以减轻奎河污水对水稻幼苗的毒害作用。

**关键词:** 硅; 污水胁迫; 水稻幼苗; 生理特性

中图分类号: Q945.78 文献标识码: A 文章编号: 1000-3112(2002)02-0171-03

## Effects of Si on several physiological characters in leaves of sewage irrigated rice seedling

WANG Ai-min

(Department of Biology, Xuzhou Normal University, Xuzhou, 221009, China)

**Abstract:** The vitality of root system, the chlorophyll content and the ratio of chlorophyll a/b all decreased after the rice seedlings were treated with waste water in the Kuibe River, but POD activity, SOD activity and the electrolyte leakage increased. The former three physiological items increased and the consequent three items decreased when Si was added to waste water. The results suggests that Si can reduce the poison effects of waste water in the Kuibe River on rice seedlings to a certain extent.

**Key words:** Si; sewage irrigation; rice seedling; physiological character

城市污水灌溉农田已有久远历史, 污灌对农作物的影响也有报道<sup>[1]</sup>, 但是如何减轻污水对农作物的毒害, 这是亟待解决的问题。硅营养元素被认为是禾本科作物的必需元素之一, 具有强秆、壮叶及抗倒的作用<sup>[2]</sup>; 可以抑制 Na、Cu、Cd、Cr 等对水稻幼苗的毒害作用<sup>[3,4]</sup>。但硅对污灌水稻幼苗的影响尚未见报道。

本文从几项生理指标, 对穿过徐州市区水质被生活污水和工业废水严重污染的奎河污水进行加硅对照培养水稻幼苗, 研究差异。

### 1 材料和方法

试验材料, 水稻 (*Oryza sativa*) 种子为“杂粳 12”, 由徐州市种子公司提供。选取饱满种子, 0.1% 升汞消毒 10 min, 冲洗后, 去离子水浸种 24 h, 于 30 ± 2 °C 下催芽 48 h, 均匀播种在石英砂中, 置于光照培养箱中 (25 ± 2) °C、2 000 lx、16 h 光照下培养, 用去离子水浇灌 1 周后加 Hoagland 营养液培养。当苗龄 4 片叶时, 选择生长势一致的健壮幼苗, 移入装有石英砂的解剖盘中, 每盘 10 株。设置下列处理: (1)

收稿日期: 2001-03-15

作者简介: 王爱民 (1970-), 女, 江苏徐州人, 理学学士, 讲师, 主要从事植物生理学和组织培养的的教学和研究工作。

以只用 Hoagland 营养液,不加 Si、污水作为对照组(CK);②在 Hoagland 营养液加入污水(体积比为 1:1)作为污灌组;③在污灌组处理中加入  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,使含  $\text{SiO}_2$  的浓度为 1.5 mmol/L;调节 pH=5~6,作为加 Si 处理组。每种处理重复 3 个,每 2 天浇灌 1 次,每周更换 1 次溶液。培养 2 周后,取样测定。

叶绿素含量、过氧化物酶活性测定分别依照张志良<sup>[6]</sup>方法;叶片相对电导率按前文<sup>[7]</sup>方法;超氧化物歧化酶活性采用王爱国等<sup>[8]</sup>方法;根系活力用 TTC 还原法<sup>[9]</sup>测定。上述各项测定均作 3 次重复试验取平均值。

表 1 硅对污灌水稻幼苗叶片叶绿素含量的影响 (mg/gFW)

Table 1 Effects of Si on the chlorophyll content in leaves of sewage irrigation rice seedling (mg/gFW)

处理 Treatments	叶绿素 a Chlorophyll a	%	叶绿素 b Chlorophyll b	%	叶绿素 (a+b) Chlorophyll (a+b)	%	叶绿素 a/b Chlorophyll a/b	%
1(CK)	0.434	100	0.157	100	0.621	100	2.321	100
2	0.351	72.6	0.152	81.3	0.503	81.0	2.309	99.5
3	0.365	84.2	0.156	83.4	0.512	82.4	2.336	101

素 a/b 比值升高。

## 2.2 硅对污灌水稻幼苗抗氧化酶活性的影响

从表 2 中可以看出,污水胁迫下水稻幼苗叶片的 POD 活性明显增强 ( $P < 0.01$ ),而 Si 的加入使 POD 活性明显降低 ( $P < 0.01$ ),但仍略高于 CK 组;SOD 活性的变化趋势亦然。POD、SOD 是植物体内主要的抗氧化酶。这种内源的酶促性的活性氧清除剂能够在逆境胁迫中清除植物体内过量的活性氧,维持活性氧的代谢平衡,保持膜结构,从而增强植物对逆境的抗性。当机体内活性氧的积累超过正常状态下这些抗氧化酶能有效控制的范围,细胞会要求增加这些酶的合成<sup>[10]</sup>。这些酶活性的增加,是对污染胁迫的响应,而 Si 可以减轻污染胁迫。

表 2 硅对污灌水稻 POD 活性 ( $\Delta A_{470\text{nm}}/\text{min} \cdot \text{gFW}$ )

和 SOD 活性 (Units/g. FW) 的影响

Table 2 Effects of Si on POD activity ( $\Delta A_{470\text{nm}}/\text{min} \cdot \text{gFW}$ ) and SOD activity (Units/g. FW) in leaves of sewage irrigation rice seedling

处理 Treatments	POD 活性 POD Activity	%	SOD 活性 SOD Activity	%
1(CK)	0.0655	100.0	384	100.0
2	0.1275	195.3	572	149.0
3	0.0835	127.9	450	117.2

## 2.3 硅对污灌水稻幼苗相对电导率的影响

细胞膜透性是评价植物对污染反应的方法之

## 2 结果与讨论

### 2.1 硅对污灌水稻幼苗叶片叶绿素含量的影响

试验表明,奎河污水使水稻幼苗叶片的叶绿素 a、叶绿素 b 含量降低,分别为对照组的 72.6% 和 81.3%;叶绿素总量亦明显下降 ( $P < 0.01$ );污水中加入 Si 可使叶绿素 a、叶绿素 b 及叶绿素总量都有所增加,但仍低于对照组。污水胁迫降低了水稻幼苗的叶绿素 a/b 比值,而加 Si 于污水处理中可使叶绿素 a/b 比值升高。可见污水处理抑制叶绿素 a 比抑制叶绿素 b 严重,而 Si 能改善这个关系,使叶绿

素 a/b 比值升高。  
一,细胞外渗液的电导率与污染物浓度成正相关<sup>[6]</sup>。叶片相对电导率测定结果见表 3。从表中可以看出,污灌组水稻相对电导率明显高于对照组 ( $P < 0.01$ ),污染物破坏细胞膜的结构,增加了膜的透性,导致更多物质外渗;而加 Si 于污水中,电导率明显低于污灌组 ( $P < 0.01$ ),但仍略高于对照组。说明, Si 在一定程度上可以减轻污灌对细胞膜的伤害。

表 3 硅对污灌水稻幼苗相对电导率的影响 (%)

Table 3 Effects of Si on the electrolyte leakage from leaves of sewage irrigation rice seedling (%)

处理 Treatments	相对电导率 Electrolyte leakage	%
1(CK)	$0.732 \times 10^2$	100.0
2	$1.364 \times 10^2$	186.3
3	$1.092 \times 10^2$	149.2

### 2.4 硅对污灌水稻幼苗根系活力的影响

污灌组水稻幼苗根数少,根较细,且根毛较少,颜色多为褐色,说明污水对幼苗根的生长有抑制和伤害作用。加 Si 处理与不加 Si 的污灌组相比,根数增加,根较粗,根毛也较多,颜色也为浅褐色,但比对照组的根明显变短。植物根系对地上部的支持和固定、物质的贮藏、对水分和盐类的吸收、合成氨基酸和激素等物质都起到了一定的作用,因此根系活力是植物生长的重要生理指标之一<sup>[6]</sup>。为此我们对

各处理组根系活力进行了测定,结果见表4。经污灌,根系活力明显下降( $P < 0.01$ ),而加 Si 的处理组根系活力比污灌处理的有所增加。

表4 硅对污灌水稻幼苗根系活力的影响(还原型 TTC $\mu\text{g/gFW}\cdot\text{h}$ )

Table 4 Effects of Si on the vitality of root system of sewage irrigation rice seedling (Reductive TTC $\mu\text{g/gFW}\cdot\text{h}$ )

处理 Treatments	根系活力 Vitality of root system	$v_{00}$
1(CK)	2.537	100.0
2	1.783	70.28
3	2.241	88.33

由以上结果可以看出,奎河污水灌溉对水稻幼苗的几项生理指标都有明显影响,而 Si 可以在一定程度上减轻污水的影响。有人认为, Si 还可以抑制有毒物质对水稻植株的生理生化代谢的毒害<sup>[2]</sup>; 还曾有人认为是由于可溶性硅酸盐在水溶液中水解生成  $\text{H}_2\text{SiO}_4$ , 呈凝胶状态, 吸附有毒物质, 避免蛋白质结构的破坏等<sup>[3]</sup>。但 Si 抑制污水毒害的原因还亟待作深入研究。随着工农业生产的发展和城镇人口的集中, 含有各种污染物的工业废水、生活废水和矿产废水, 大量排入水系, 造成水污染。污染水体的污染物主要是重金属和难降解的有机物<sup>[4]</sup>。以污水灌溉农田, 有毒物质会沉积于土壤, 造成土壤污染, 对农作物的生长产生明显影响。土壤是植物 Si 的给源, 但土壤中绝大部分 Si 是植物不能直接利用的, 只有溶解在土壤溶液中的微量单硅酸能被植物吸收。Si 作为复合肥料促进作物生长、提高作物产量, 已有较多研究<sup>[5]~[7]</sup>。然而, Si 抑制污水的毒害作用尚需作深入研究, 以期净化环境, 提高农作物产量和品质, 减轻对人体的危害。

#### 参考文献:

[1] 高侠莉, 王爱民, 袁宗飞, 等. 污灌对蔬菜生理生态指标及细胞学影响的研究[J]. 中国环境科学, 1997,

17(5): 443-445.

- [2] 曹宗巽, 吴相钰. 植物生理学(上册)[M]. 北京: 人民教育出版社, 1979. 157-158.
- [3] Salisbury F B, Ross C W. Plant Physiology[M]. California: Wadsworth Publishing Company, 1990. 122.
- [4] 王永锐, 成艺, 胡智群, 等. 硅营养抑制铜盐及钼盐毒害水稻幼苗的研究[J]. 中山大学学报, 1997, 36(3): 72-75.
- [5] 周建华, 王永锐. 硅营养缓解水稻幼苗 Cd, Cr 毒害的生理研究[J]. 应用与环境学报, 1999, 5(1): 11-15.
- [6] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 1992. 59, 88, 154.
- [7] 王爱国, 罗广华, 邵从本, 等. 大豆种子超氧化物歧化酶的研究[J]. 植物生理学报, 1985, 9: 77-84.
- [8] 袁晓华, 杨中汉. 植物生理生化实验[M]. 北京: 高等教育出版社, 1982. 123.
- [9] Matters G L, Scandalios J G. Synthesis of isozymes of superoxide dismutase in maize leaves in response to  $\text{O}_2$ ,  $\text{SO}_2$  and elevated  $\text{O}_3$  [J]. *Journal of Experimental Botany*, 1986, 38: 843-852.
- [10] 王永锐, 陈平. 水稻对硒吸收、分布及硒与硅共施效应[J]. 植物生理学报, 1996, 22(4): 344-348.
- [11] 潘瑞炽, 董恩得. 植物生理学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995. 340.
- [12] Miyake Y, Takahashi E. Effect of silicon on the growth of fruit production of strawberry plants in a solution culture [J]. *Soil Science Plant Nutrition*, 1986, 32(2): 321-326.
- [13] Miyake Y, Takahashi E. Effect of silicon on the growth of soybean plants in a solution culture [J]. *Soil Science Plant Nutrition*, 1985, 31(4): 625-636.
- [14] 饶立华. 植物矿质营养及其诊断[M]. 北京: 农业出版社, 1993. 40.
- [15] 邹邦基, 何雪晖. 植物的营养[M]. 北京: 农业出版社, 1985. 276-292.