

硅营养抑制钠盐及铜盐毒害水稻秧苗的研究^{*}

王永锐 成 艺 胡智群 周建华 张以顺

(中山大学生命科学学院, 广州 510275)

摘 要 营养液培养水稻 *Oryza sativa* L. 秧苗 2 周后发现 $[\text{NaCl}]$ 超过 0.103 mol/L 和 $[\text{CuSO}_4]$ 超过 0.094 mmol/L 时, 秧苗地上部和根受毒害, 致死. $[\text{CuSO}_4]$ 达 0.031 mmol/L 时亦使根受伤害严重. 加入硅酸盐使 $[\text{SiO}_2]$ 达到 13.04 mmol/L 有抑制毒害作用, 苗地上部鲜重增重率及根/苗干重比率高, 而非毒害钠盐、铜盐处理组则以不加硅处理的苗鲜重增多及根/苗干重比率高.

关键词 水稻秧苗, 硅, 钠, 铜, 抑制毒害

分类号 Q 945.1

硅营养元素被认为是禾本科作物的必需元素之一, 大量分布于耕作土壤中, 过去只认为禾本科作物吸收 Si 后在体内形成硅酸盐有强秆、壮叶及防倒的作用^[1,2]. Si 在土壤的分布量如此之多, 它究竟对禾本科作物及其它作物还起何作用、扮演何角色, 前人研究报道尚少. 我国沿海滩涂、矿区及受工业污水污染区的农牧渔业生产受影响, 危害严重, 利用 Si 来抑制它们的毒害作用, 对改善农业生态环境及人类生活环境, 是十分值得研讨的一个问题. 曾报道 Si 有抑制 0.6 mg/L 的 Se 对水稻 *Oryza sativa* L. 幼苗的毒害^[3]. 现报道 Si 抑制 Na 盐及 Cu 盐毒害水稻秧苗的试验结果.

1 材料与方法

试验材料采用籼稻品种“澳丛 61”, 由广州市农科所李宗鏊研究员提供. 采用 Yoshida^[4] 营养液, 设计营养液各含 NaCl (mol/L) 为 0.068 (1), 0.103 (2), 0.137 (3), CuSO_4 (mmol/L) 为 0.003 (4), 0.031 (5), 0.094 (6) 及 0.157 (7), 另在各梯度浓度中加入含 SiO_2 13.040 mmol/L 硅酸盐, 并设完全营养液 (CK (8)) 和 CK+ Si 为对照, 各重复 3 次.

水稻品种“澳丛 61”于 3 月 18 日播种, 4 月 9 日移栽于大田, 5 月 6 日从田里取出, 苗带分蘖 2~3 个, 洗净根系泥土, 置于蒸馏水中饿苗 2 d, 5 月 8 日种植于装有各个处理的营养水培液的塑料小桶 (体积 5 L), 桶里营养液上浮附有 4 小孔的泡沫塑料板 (厚约 2.5 cm), 每小孔植苗 1 株, 用脱脂棉固定小孔秧苗. 植苗前称秧苗鲜重. 置于玻璃网室内自然光、温条件下培养 2 周, 每周依各处理浓度更换营养液 1 次, 调 pH 5~6, 每天搅拌通气 1 次.

处理 2 周后, 观察、记载各处理组的秧苗生长状况, 分植株和根拍摄照片, 并对植株各处

^{*} 收稿日期: 1996-09-17 王永锐, 男, 61 岁, 教授

理组的 (4株 桶× 3)的地上部和根分别称鲜重和干重 ,取其平均值 ,计算处理前后鲜重增重率及根 苗(地上部)干重比 .

2 结 果

2 1 钠盐毒害秧苗及硅的抑制毒害作用

2 1. 1 秧苗地上部 秧苗经 (3)和 (3)+ Si组处理均在当天即萎蔫、3 d后干枯死亡 ,(2组处理组也于 2周后干枯死亡 ,但 (2)+ Si组和 (1),(1)+ Si处理组仍存活 ,长势亦较好 ,(8)和 (8)+ Si组处理组生长正常(图 1) .

2 1. 2 秧苗根 秧苗根生长状况依 NaCl各梯度浓度处理+ Si比不加 Si处理的白根多 ,根毛也多 ,而 (2)处理组的秧苗根少、黄色根多、根短(图 1) .

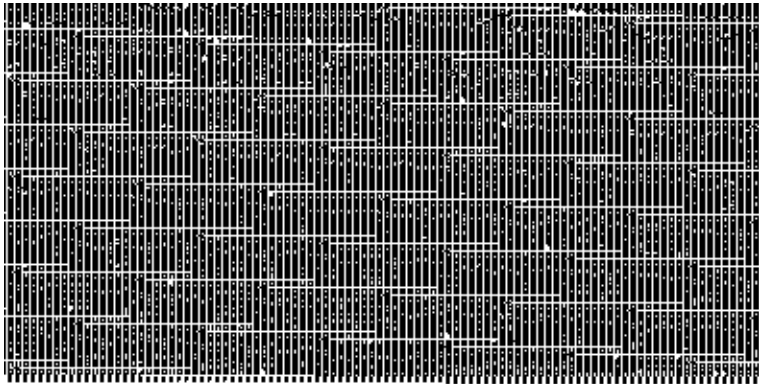


图 1 Si抑制 Na盐对水稻秧苗和根毒害状况

Plant and root morphological character of rice seedling treated by Na and Na+ Si

(1) 0.068 mol/L NaCl; (2) 0.103 mol/L NaCl; (8) CK(完全营养液)

2 1. 3 秧苗生长量与根 苗干重比 表 1表明 ,经处理 2周的秧苗(含根)鲜重增加顺序为 (8)> (8)+ Si> (1)> (1)+ Si> (2)+ Si> (2),后两处理的秧苗鲜重下降 ,(2)处理组的秧苗生长量下降严重 .根 苗干重比以不加 Si处理的为高 ,加 Si处理的较低 ,但 (2)处理组则以加 Si比不加 Si的高 ,与图 1结果一致 ,说明 Si抑制 Na盐毒害作用明显 .而加 Si处理在秧苗分蘖期对秧苗生长量及根量无突出作用 ,但观察到加 Si处理的植株叶片硬直 ,根毛较多 .

表 1 水稻秧苗经 NaCl及 Si处理的植株和根的鲜、干重变化

Tab. 1 Plant fresh weight and dry matter ratio of root/shoot of rice seedling treated by Na and Na+ Si

项 目	(8)	(8)+ Si	(1)	(1)+ Si	(2)	(2)+ Si
处理前、后植株鲜重增、减 (%)	68.09	44.84	16.87	13.30	- 34.86	- 7.25
根 苗干重比	0.262	0.238	0.236	0.228	0.234	0.281

2 2 铜盐毒害秧苗及硅的抑制毒害作用

2 2. 1 秧苗地上部 (5)处理组中 Cu盐对秧苗生长有抑制 ,但不明显(图 2),虽根受伤害

严重,(6)和(7)组中 Cu盐对秧苗毒害作用严重,秧苗长势差 枯叶多,加 Si处理组的秧苗青叶数仍较多(图 2),说明加 Si有缓解和抑制 Cu盐对秧苗的毒害作用 .

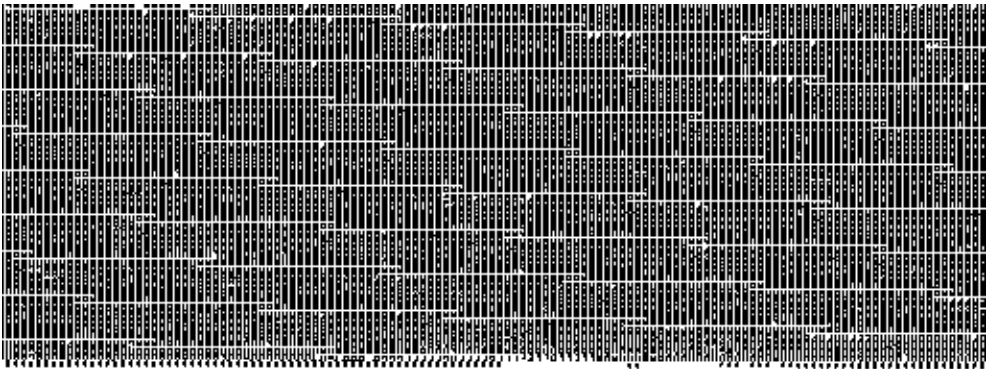


图 2 Si抑制 Cu盐毒害水稻秧苗和根状况

Fig. 2 Plant and root morphological character of rice seedling treated by Cu and Cu+ Si

(4) 0.003 mmol/L CuSO₄; (5) 0.031 mmol/L CuSO₄; (6) 0.094 mmol/L CuSO₄;
(7) 0.157 mmol/L CuSO₄;

2.2.2 秧苗根 (4),(8)和(8)+ Si处理组根生长正常,且加 Si的根较粗,根毛较多(图 2). (5)处理组中 Cu盐已对秧苗根生长有抑制和严重伤害作用,加 Si处理比不加 Si的秧苗根数多,根较粗、长、根毛也较多,但比(4),(8)和(8)+ Si处理组秧苗根极明显变短 .

2.2.3 秧苗生长量及根 苗干重比 经处理 2周,以(8)处理的秧苗鲜重增重最多,其余顺序为(8)+ Si,(4)+ Si,(5),(5)+ Si,而(6)+ Si处理组仍有增重 3.45% ,(6)处理组的植株减重,(7)+ Si处理的比不加 Si处理的植株减重较小 .根 苗干重比依各梯度浓度的 CuSO₄ + Si处理比不加 Si的小,而(6),(7)处理组则以加 Si比不加 Si的根 苗干重比大(表 2),其变化规律与 Na盐+ Si处理试验结果相似 .可见,较高浓度 Cu盐对植株地上部及根都起毒害作用 .在非毒害浓度的 Cu盐+ Si促进地上部生长较大,促进根生长较小 .并观察发现加 Si处理秧苗叶片硬、直、估计 Si在叶片含量较多 .

表 2 水稻秧苗经 CuSO₄及 Si处理的植株和根的鲜、干重变化

Tab. 2 Plant fresh weight and dry matter ratio of root/shoot of rice seedling treated by Cu and Cu+ Si

项 目	(8)	(8)+ Si	(4)	(4)+ Si	(5)	(5)+ Si	(6)	(6)+ Si	(7)	(7)+ Si
处理前、后植株鲜重增、减(%)	68.09	44.84	27.89	40.00	41.67	39.68	- 15.29	3.45	- 18.18	- 6.95
根 苗干重比	0.262	0.238	0.267	0.242	0.256	0.202	0.217	0.281	0.227	0.296

3 讨 论

本试验发现 Si有抑制或缓解 0.103 mol/L NaCl和 0.094 mmol/L以上浓度的 CuSO₄对秧苗的毒害 .CuSO₄ 0.031 mmol/L处理 2周根受伤害已十分严重,加 Si处理虽根多、根粗、根短,亦看出明显受害,但地上部仍较正常 .而 CuSO₄ 0.094~ 0.157 mmol/L处理的植

株几乎都是黄根,加 Si处理的植株还有青叶数片和白根(图 2).若把 SiO_2 浓度增加到 17.54~21.05 mmol/L,估计秧苗和根生长会改善.

试验还发现 Na盐及 Cu盐对秧苗未起毒害死亡时,加 Si比不加 Si的根 苗干重比低,促进根生长较小,但根较粗、根毛也多,对植株地上部生长的促进作用较大.但在秧苗分蘖期起毒害作用的 Na Cu盐处理中加 Si比不加 Si的根 苗干重比都较高.

我国沿海滩涂和 Cu矿采矿区周围耕地及工业污水排放受污染地区的 Na盐、Cu 盐含量高,Si对 Na盐、Cu盐毒害的抑制或缓解作用的研究,在农、林、牧、渔业生产及对净化生态环境,是十分有意义的.农业生产上适当施硅肥对改善耕作土壤、减弱有毒的物质和提高作物产量也是十分重要的.

参 考 文 献

- 1 曹宗翼,吴相钰.植物生理学(上册).北京:人民教育出版社,1979.157~198
- 2 Salisbury F B, Ross C W. Plant physiology, California Wadsworth Publishing Company, 1990. 122
- 3 王永锐,陈 平.水稻对硒吸收、分布及硒与硅共施效应.植物生理学报,1996,22(4): 344~348
- 4 Yoshida S, Forno D A, Cock J H, et al. Laboratory Manual for physiological studies of rice, 3rd ed. Philippines IRRI 1976

A Study on Poisoning Rice (*Oryza sativa* L.) Seedling with Na and Cu Salts Through Inhibition of Si Nutrition

Wang Yongrui* Cheng Yi Hu Zhiqun Zhou Jianhua Zhang Yishun

Abstract The rice shoot and rice root were poisoned and all or somewhat died when the concentration of NaCl and CuSO_4 is more than 0.103 mol/L and 0.094 mmol/L in Yoshida's nutrition solution after 2 weeks of culturing. In particular, the CuSO_4 concentration more than 0.031 mmol/L seriously inhibited and poisoned the rice root. After adding sodium silicate to increase SiO_2 concentration to 13.040 mmol/L in the nutrition solution and cultured rice seedling, the rice shoot and rice root were lightly poisoned and fresh weight of rice shoot and the dry weight ratio of root/shoot increased. But the seedling weight and the dry matter ratio of root/shoot increased in the nutrition solutions of non-poisonous concentrations of Na and Cu salts when Si was not added.

Keywords rice seedling, Si, Na, Cu, inhibition to poisoning

* Department of Biology, School of Life Sciences, Zhongshan University, Guangzhou 510275