

文章编号: 1003-8701(2005)05-0037-03

# 施硅对玉米水分生理特性的影响

任 军,边秀芝,刘慧涛,郭金瑞

(吉林省农业科学院农业环境与资源研究中心,吉林 公主岭 136100)

**摘 要:**施硅可提高根系对土壤水分的吸收能力,施硅伤流液量比对照区增加 3.6%~9.4%;施硅可降低植株的蒸腾强度,减少植株水分蒸腾 26.0%~39.7%,提高了植株体内水分的利用效率;施硅改变了玉米叶片细胞的形态结构,抑制了体内水分的渗透,明显改善了玉米植株体内的水分状况,为增加产量创造了良好的水分条件。

**关键词:** 硅;玉米;水分生理

**中图分类号:** S143.79

**文献标识码:** A

近年来,许多学者从事植物硅素营养的研究,不仅明确了硅对一些植物有较明显的营养作用<sup>[1-3]</sup>,同时,发现施硅可显著地提高某些植物的抗逆性。但国内外的研究多数局限于硅对水稻生长发育、产量及抗逆性等方面的研究<sup>[3-5]</sup>,而涉及玉米施硅的研究较少。为明确易旱地区硅对玉米水分生理特性的影响,开展了此项试验。

## 1 材料与方 法

本项研究的田间试验与盆栽试验地点分别设在双辽市和公主岭市,供试土壤为黑钙土,盆栽试验供试土壤采自田间试验地块,供试玉米品种为吉单 321。试验处理为施硅与不施硅,供试肥料为偏硅酸钠,田间试验硅肥施用量为 90 kg/hm<sup>2</sup>,盆栽试验为 40、60 和 80 mg/kg 3 个水平。

在吐丝期对盆栽试验植株进行如下研究:①用叶片离体法进行植株蒸腾强度的测定;②通过茎基部伤流液测定根系吸水能力的变化;③利用电子显微技术观察施硅对玉米叶片形态结构的影响。

**分析方法:**土壤速效氮为扩散法,速效磷为比色法,有效钾为火焰光度计法,有效硅采用 pH 4.0 的 0.1 mol/L HOAc-NaAc 缓冲液和 0.025 mol/L 柠檬酸浸提,钼蓝比色法测定,有机质为丘林法,pH 为酸度计法。

供试土壤的速效氮 121.4 mg/kg、速效磷 18.4 mg/kg、有效钾 153.7 mg/kg、有效硅 572.9 mg/kg、有机质 20.6 g/kg、pH 8.2。

## 2 结果与分析

### 2.1 施硅对玉米根系吸水能力的影响

为明确施硅对玉米根系吸水能力的影响,在盆栽条件下对玉米茎基部伤流液的数量进行了测定(表 1)。

从表 1 可以看出,施硅可明显增强玉米根系活力,提高根系对土壤水分的吸收数量。施硅处理伤流液的数量比对照区增加 3.6%~9.4%,明

表 1 硅对玉米茎基部伤流液数量的影响 (N=12)

处 理 (mg/kg)	伤流液	
	数量(g)	增加(%)
ck	14.05	-
Si40	14.82	5.5
Si60	14.56	3.6
Si80	15.37	9.4

收稿日期:2005-05-17

作者简介:任 军(1960-),男,吉林省公主岭人,吉林省农业科学院研究员,学士,主要从事土壤肥料研究。

显地改善了玉米植株体内的水分状况,为增加产量创造了良好的水分条件。

## 2.2 施硅对玉米蒸腾作用的影响

吉田等人的研究结果表明,水稻施硅具有明显减少植株水分蒸腾的作用<sup>[1,6]</sup>,我们在玉米上施硅也得到了同样的结论:施硅可明显降低玉米植株体的蒸腾强度。

田间植株萎蔫调查结果显示,施硅可使玉米植株在相对干旱条件下保持较好的水分状况,对照区植株萎蔫率为 22.2%,而施硅处理区萎蔫率仅为 7.9%~12.7%,平均为 10.4%,仅为对照区的 46.9%,说明施硅改善了玉米植株体内的水分状况。

从吐丝期离体叶片蒸腾试验结果也可证实这一点(表 2)。

连续两年的试验结果表明,施硅可减少玉米植株水分蒸腾 26.0%~39.7%,而且,随施硅量的增加,蒸腾作用明显减弱。这样,施硅明显地提高了植株体内水分的利用效率,增强了玉米的抗旱能力,这对易旱地区具有特殊重要的意义。

表 2 硅对玉米叶片蒸腾作用的影响 (N=15)

处 理	水分蒸腾量	减少量
(mg/kg)	(g/100 g 叶·5 min)	(%)
ck	0.881	
Si40	0.652	26.0
Si60	0.596	32.3
Si80	0.531	39.7

## 2.3 施硅的玉米抗旱机理

上述试验结果充分证明了施硅对玉米的水分生理状况有明显的益处。但关于施硅可增强玉米抗旱的机理至今尚无研究。许多学者在水稻上的研究结果普遍认为,施硅可使叶片细胞的形态结构有所改变,在叶表形成“角-硅双重层”,抑制了植株体内水分的蒸腾作用<sup>[2]</sup>,而我们在玉米上的研究结果表明,施硅改变了玉米叶片细胞的形态结构。从叶片电镜照片可以看出(图略),施硅处理的叶片细胞腔明显变小,细胞壁变皱、变厚,并且有大量的沉积物,可减少玉米植株体内水分的渗透。因此,施硅不仅改变了玉米叶片细胞的形态结构,抑制了植株体内水分的无益蒸腾;同时,根系活力的增强也明显地提高了根系的吸水能力(表 1)。施硅增强玉米抗旱能力的机理是上述两个方面综合作用的结果。

## 3 结 论

施硅明显提高了根系对土壤水分的吸收能力。施硅处理伤流液的数量比对照区增加 3.6%~9.4%,明显地改善了玉米植株体内的水分状况,为增加产量创造了良好的水分条件。

施硅可降低植株的蒸腾强度,减少植株水分蒸腾 26.0%~39.7%,提高了植株体内水分的利用效率。而且,随着施硅量的增加,蒸腾作用明显减弱。

施硅增强玉米抗旱能力的机理:①施硅改变了玉米叶片细胞的形态结构,细胞腔变小,细胞壁变皱、变厚,并且有大量的沉积物,抑制了体内水分的渗透;②施硅增强了根系活力,增加了土壤水分的吸收数量。

参考文献:

- [1] 高桥英一. 关于硅酸的溶存形态对水稻吸收硅酸的影响作用[J]. 日本土壤肥料学杂志, 1978, 49(5): 357-360.
- [2] 梁永超. 植物的硅素营养[J]. 土壤学进展, 1993, 21(3): 7-14.
- [3] 彭嘉桂. 水稻有效硅含量及硅肥增产效果的研究[J]. 土壤肥料, 1988, (6): 20-25.
- [4] 范业成. 水稻硅素营养及其增产作用[J]. 农业科技通讯, 1992, (12): 23-25.
- [5] 吴 英. 硅在水稻营养中的作用及有效施用条件研究[J]. 土壤肥料, 1992, (3): 25-27.
- [6] Youshida S. et al. "Soil Plant Food"(M). 1957, 23-27.

## Effect of Application of Silicon on Water Physiological Characteristics of Maize

REN Jun, BIAN Xiu-zhi, LIU Hui-tao, et al.

(Agricultural Environment and Resources Research Center, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: The application of silicon increased the amount of soil water maize roots absorbed. The amount

of xylem sap increased by 3.6% to 9.4% compared with the control. The transpiration rate of maize decreased by 26.0% to 39.7% and water use efficient were improved by the application of silicon. The morphology and structure of cells in maize leaves was changed and osmosis of water in plant tissues inhibited. So the application of silicon significantly improved water conditions in maize plants and created a better basis for the increase of maize crop yield.

Key words: Silicon; Maize; Water physiology

(上接第 34 页)

叶片相对电导率和大分子渗漏值测定,取其平均值,结果见表 3。

表 3 5 g/L NaCl 胁迫下 R<sub>1</sub> BADH 活性、相对电导率和大分子渗漏值的平均值

测试项目	株 系				
	对照	FYB-1	FYB-12	FYB-25	FYB-34
BADH 活性	0	2.54	4.23	3.76	5.31
电导率	0.46	0.39	0.31	0.34	0.26
渗漏值	0.43	0.38	0.33	0.35	0.29

从表 3 结果可以看出,不同转基因株系之间 BADH 活性差异很大,FYB-34 株系 BADH 活性较高,FYB-1 株系 BADH 活性较低,高低相差近 2 倍,对照植株未测出 BADH 活性,表明 BADH 基因能在转基因植株中正常表达。另外,不同转基因株系之间的电导率和大分子渗漏值差异也很大,FYB-1 株系电导率和大分子渗漏值都高,FYB-34 株系的电导率和大分子渗漏值均低。

水稻的苗期和抽穗开花期是两个对盐较敏感时期。本研究中转 BADH 基因水稻在苗期和孕穗期的耐盐性均有所增强,表明 BADH 基因可提高水稻孕穗开花期的耐盐性,而且不同转基因植株之间,相对电导率和大分子渗漏值越低,植物细胞受盐损伤程度就越小,表现在 BADH 酶活性高,抗盐性就越强。这一结果与刘凤华报道相一致<sup>[6]</sup>。

参考文献:

[1] 骆爱玲,等.甜菜碱醛脱氢酶在菠菜叶细胞中的定位[J].植物生理学报,1995,21(2):117-1221.

[2] 梁 峥,等.干旱和盐胁迫诱导甜菜叶中的甜菜碱醛脱氢酶的积累[J].植物生理学报,1996,22(2):161-164.

[3] 林秀峰,等.转甜菜碱醛脱氢酶基因水稻的获得[J].吉林农业科学,2005,30(2):7-9.

[4] 王关林,等.植物基因工程(2版)[M].北京:科学出版社,2002,742-744.

[5] 肖 岗,等.山菠菜甜菜碱醛脱氢酶基因研究[J].科学通报,1995,40(8):741-745.

[6] 刘凤华,等.转甜菜碱醛脱氢酶基因植物的耐盐性研究[J].遗传学报,1997,24(1):54-58.

[7] Lepold A C, et al. Salinity Tolerance in Plants[M]. New York: Wiley, 1984, 67.

[8] Zhang S P, et al. Regeneration of fertile transgenic indica (group 1) rice plants following microprojectile transformation of embryogenic suspension culture cells[J]. Plant Cell Reports, 1996, 15: 465-469.

[9] Huang D N, et al. Introduction of cecropin B gene into rice (*Oryza sativa* L.) by particle bombardment and analysis of transgenic plants[J]. Sci in china (Series C)(中国科学)(C 辑), 1996, 39(6): 652-661.

### Effect of Salt Stress on R<sub>1</sub> Generation of Transgenic Rice

LIN Xiu-feng, XING Shao-chen, LIU Zhi-ming, et al.

(Bio-Technology Research Center, Academy of Agricultural Sciences of Jilin Province, Gongzhuling 136100, China)

Abstract: Four R<sub>1</sub> lines of transgenic rice and check variety “Fengyou 516” were treated under different salt stress. Four indexes and PCR detection were determined and analyzed. The results showed that 1) the ratio of negative numbers to positive ones of PCR detection was not completely conform to the first Mendelian law; 2) The plant height of transgenic R<sub>1</sub> generation was higher than non-transgenic plants under salt stress; 3) The activity of BADH of transgenic R<sub>1</sub> plants increased greatly while that of non-transgenic plants was undetectable and 4) Relative electronic conductivity and leakage rate of macromolecules of transgenic R<sub>1</sub> plants was lower than non-transgenic plants. This indicated that the BADH gene already expressed in the transgenic R<sub>1</sub> generation. These results can contribute to the rice breeding in the future.

Key words: Rice; BADH; Transgenic; Salt stress