

# 硅对盐胁迫下玉米幼苗生长的影响

束良佐<sup>s</sup> 刘英慧

(淮北煤炭师范学院,安徽 淮北 yzBaaaw, Σ -1 ξχ H<sup>0493</sup> N yλπ<sup>2</sup> π<sup>31</sup>)

**摘要** H 采用砂基培养的方法,研究了硅对盐胁迫下玉米幼苗生长的一些生理指标的影响。结果表明,硅增强了盐胁迫下玉米幼苗硝酸还原酶的活性,促进了蛋白质的合成,提高了盐胁迫下玉米叶片的光合速率和干物质重,改善了玉米幼苗体内的水分代谢和水分利用率。在盐胁迫下,硅降低了玉米幼苗根系质膜透性,增强了根系的活力;抑制了玉米对钠离子的吸收,促进了对钾离子的吸收。

**关键词** H 硅 θ 玉米幼苗 θ 盐胁迫

**中图分类号** Hε xzx **文献标识码** HE **文章编号** Hraaw—wyΓΔv yxaxpxw —raxE—w

Στσπ<sup>87</sup> 3τ sχχ<sup>π32</sup> 32 Γ<sup>6318φ</sup> 3τ ε ξχ<sup>σ</sup> sσσρ<sup>0</sup>χ<sup>2</sup> v<sup>7</sup> β<sup>2</sup> ρσ<sup>6</sup> sξ<sup>08</sup> s<sup>86</sup>σ<sup>77</sup>

s Φ β ∂ξ<sup>2</sup> vμ<sup>93</sup> s ∂Xβ ζχ<sup>2</sup> vμφ<sup>9</sup>χ

o O<sup>03</sup>v<sup>3</sup> Pσ<sup>1</sup>ξ<sup>08</sup> 1 σ<sup>28</sup> 3τ Φ<sup>0</sup>ξχ<sup>0</sup>σχ Π<sup>6</sup>ξ<sup>0</sup> X<sup>2</sup>ρ<sup>97863</sup> ασξπφσ<sup>7n</sup> Π<sup>000</sup>σv s yzBaaaw Πφ<sup>2</sup>ξ Σ -1 ξχ H<sup>0493</sup> N yλπ<sup>2</sup> π<sup>31</sup> p

E<sup>0786</sup>ξ<sup>π</sup> Ha φσ πττπ<sup>87</sup> 3τ 1χχ<sup>π32</sup> 32 v<sup>6318φ</sup> 3τ 1 ξχ<sup>σ</sup> 7σσρ<sup>0</sup>χ<sup>2</sup> v<sup>7</sup> 9<sup>2</sup>ρσ<sup>6</sup> 7ξ<sup>08</sup> 786σ<sup>77</sup> ξ<sup>6</sup>σ<sup>6</sup>σ<sup>4368</sup>σρ<sup>χ</sup> 2<sup>8</sup>φσ<sup>4</sup>σ<sup>7</sup>σ<sup>28</sup> 4ξ<sup>1</sup>σ<sup>6</sup> uX

7φ<sup>3</sup> 1 σρ<sup>8</sup>φξ<sup>8</sup> 9<sup>2</sup>ρσ<sup>6</sup> 7ξ<sup>08</sup> 786σ<sup>77</sup> 7χχ<sup>π32</sup> π<sup>990</sup>ρ<sup>χ</sup> π<sup>6</sup>σξ<sup>7</sup>σ ξπ<sup>8</sup>χ<sup>2</sup>χσ<sup>7</sup> 3τ 2χ<sup>6</sup>ξ<sup>6</sup>σ<sup>6</sup>σρ<sup>9</sup>πξ<sup>7</sup>σ o ∂ ρ p ξ<sup>2</sup>ρ π<sup>328</sup>σ<sup>287</sup> 3τ 4<sup>638</sup>σ<sup>χ</sup> 2<sup>7</sup> s

χ<sup>2</sup> π<sup>6</sup>σξ<sup>7</sup>σ 4<sup>φ88373</sup> 2<sup>8</sup>φσ<sup>7</sup>χ<sup>6</sup>ξ<sup>8</sup>σ ξ<sup>2</sup>ρ ρ<sup>63</sup> 1 σχ<sup>0</sup>φ<sup>8</sup> u sχχ<sup>π32</sup> 8<sup>6</sup>σξ<sup>8</sup> 1 σ<sup>28</sup> π<sup>990</sup>ρ ξ<sup>073</sup> ξ<sup>1</sup>σ<sup>2</sup>ρ 1 ξ<sup>8</sup>σ<sup>6</sup> 1 σ<sup>8</sup>ξ<sup>030</sup>χ<sup>1</sup> ξ<sup>2</sup>ρ χ<sup>1</sup> 4<sup>630</sup>σ<sup>8</sup>φσ

1 ξ<sup>8</sup>σ<sup>97</sup>σ πττχ<sup>2</sup>π<sup>3</sup> 3τ 1 ξχ<sup>σ</sup> 7σσρ<sup>0</sup>χ<sup>2</sup> v<sup>7</sup> 9<sup>2</sup>ρσ<sup>6</sup> 7ξ<sup>08</sup> 786σ<sup>77</sup> u α φσ<sup>8</sup>σξ<sup>8</sup> 1 σ<sup>28</sup> π<sup>990</sup>ρ ξ<sup>073</sup> ρσπ<sup>0</sup>σξ<sup>7</sup>σ 4<sup>0</sup>ξ<sup>7</sup> 1 ξ<sup>1</sup>σ<sup>1</sup> 0<sup>6</sup>ξ<sup>2</sup>σ 4<sup>6</sup>-

1 σξ<sup>0</sup>χ<sup>8</sup> 3τ 1 ξχ<sup>σ</sup> 6<sup>3387</sup> sχ<sup>2</sup> π<sup>6</sup>σξ<sup>7</sup>σ ξπ<sup>8</sup>χ<sup>2</sup>χσ<sup>7</sup> 3τ 6<sup>3387</sup> u sχχ<sup>π32</sup> π<sup>990</sup>ρ 6<sup>σ786</sup>ξ<sup>χ</sup> 8 ξ<sup>073648</sup>χ<sup>2</sup> 3τ ∂ξ<sup>+</sup> s 0<sup>98</sup> χ<sup>1</sup> 4<sup>630</sup>σ<sup>8</sup>φσ ξ<sup>0-</sup>

3<sup>648</sup>χ<sup>2</sup> 3τ Ω<sup>+</sup> 0<sup>3</sup> 1 ξχ<sup>σ</sup> 7σσρ<sup>0</sup>χ<sup>2</sup> v<sup>7</sup> 9<sup>2</sup>ρσ<sup>6</sup> 7ξ<sup>08</sup> 786σ<sup>77</sup> u

Ω<sup>3</sup> 1 3<sup>6</sup>ρ<sup>7</sup> Hχχ<sup>π32</sup> θ 1 ξχ<sup>σ</sup> 7σσρ<sup>0</sup>χ<sup>2</sup> v<sup>7</sup> θ 7ξ<sup>08</sup> 786σ<sup>77</sup>

近年来研究表明,硅可显著提高作物的抗盐性,降低作物的盐害<sup>0x</sup>。在盐水灌溉条件下,加入硅可使小麦产量降幅从A%减少到A<sup>0</sup>%<sup>0x</sup>。硅可提高盐胁迫下大麦叶片的光合速率,提高钾钠吸收选择性比率,并且认为这是硅降低大麦盐害的机理之一<sup>0Ax</sup>。玉米是我国主要的农作物之一,然而有关硅对玉米耐盐性的研究却未见报道。本文采用砂培法,研究硅对玉米耐盐性的影响及探讨施硅的抗盐机理,为我国硅肥的施用及在盐碱条件下改善作物的生长提供参考。

## x 实验材料与方法

### xw 实验材料的培养

玉米(ησξ<sup>1</sup>ξ<sup>37</sup>)“豫玉yy”种子,经消毒、浸种、催芽后挑选萌发一致、大小均一的种子播种在洗净的装有石英砂的塑料盘中,于室温下生长,待幼苗长至一叶一心时,浇x/y完全营养液(φΓwy)<sup>0Bx</sup>,幼苗长

至二叶一心时,开始浇灌不同的处理液。共设B个处理,每个处理A次重复。

### xwy 实验处理

实验设x个水平的钠(∂ξ<sup>+</sup>srxaw<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>)和z个水平的硅(sχ),硅浓度分别为x<sup>u</sup>B、y<sup>u</sup>B、B<sup>uw</sup><sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>。设处理如下:①去离子水(ΠΩx);②xaw<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>Π(ΠΩy);③ZΔ<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>Π+x<sup>u</sup>B<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>sχφ<sub>z</sub>(sχx);④ZB<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>Π+y<sup>u</sup>B<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>sχφ<sub>z</sub>(sχy);⑤Zv<sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>Π+B<sup>uw</sup><sup>1130</sup>·∂<sup>-x</sup>∂ξ<sup>+</sup>sχφ<sub>z</sub>(sχz)。各处理液用去离子水配制,调φ至Γwy。为防止sχφ<sub>z</sub><sup>yt</sup>与营养液中的Πξ<sup>v+</sup>、εv<sup>y+</sup>等产生沉淀,处理时先每盘浇E<sup>w</sup>∂不同的处理液s<sub>y</sub>Aφ后,每盘浇E<sup>w</sup>∂的完全营养液s<sub>y</sub>ρ为一个循环。期间定期冲洗砂基s以避免盘中积累过多的盐分。循环处理xwρ后,开始取样测定各项生理指标。

### xwε 测定方法

根系活力、根系质膜透性、干重、干重含水量、硝酸还原酶活性依照张宪政<sup>0Bx</sup>的方法测定;植株样用

收稿日期: yxaw—wE—yZ

作者简介:束良佐 xZZ<sup>-p</sup>,男,安徽芜湖县人,淮北煤炭师范学院生物系讲师,硕士。

$\Phi\vartheta\phi_z$  和  $\Phi\Pi\phi_{(A:x)}$  混合酸消煮后  $s$  用  $\delta T\epsilon - xwxw$  型原子吸收分光光度计测定钾、钠的含量; 硅用硅钼蓝比色法测定<sup>[16]</sup>; 总可溶性蛋白质含量用考马斯蓝  $T - yBv$  染色法<sup>[16]</sup>; 把蛋白质提取液煮沸  $xw^1 \chi^2$ , 离心后测得上清液的蛋白质含量为煮沸稳定蛋白质含量<sup>[16]</sup>。

光合速率采用  $IIx - zwx\phi s$  便携式光合测定仪 (由美国  $IIXP$  公司制造) 活体测定, 测定前先将幼苗在自然光下适应  $xw^1 \chi^2$ 。测定净光合速率  $\phi p$ 、蒸腾速率  $\Sigma p$  及按公式  $\delta \beta \Sigma K \phi / \Sigma$  计算水分利用效率, 每处理取  $xy$  个数据的平均值。

### y 实验结果与分析

#### yw 硅对盐胁迫下玉米叶片中硝酸还原酶活性及蛋白质含量的影响

由图  $x$  可见, 硝酸还原酶  $\vartheta \phi p$ 、煮沸稳定蛋白质与总可溶性蛋白质含量的变化趋势大体相同。在盐胁迫下  $II\Omega y s$  下同  $p$ , 硝酸还原酶活性下降, 总可溶性蛋白质和煮沸稳定蛋白质的含量降低。在盐胁迫下, 随着硅的加入, 它们的含量或活性都逐渐上升。中硅  $os\chi y s$  下同  $p$  以上处理煮沸稳定蛋白质的含量都显著  $o\phi I wwx Bp$  高于  $II\Omega y$ 。煮沸稳定蛋白质具有高度亲水性和渗透调节功能, 它们具有稳定生物膜的作用, 能够增强植物的抗逆能力<sup>[16]</sup>。但是煮沸稳定蛋白质占总可溶性蛋白质含量百分比的变化趋势却相反  $o$  图  $x p$ , 说明在盐胁迫下, 蛋白质中的煮沸不稳定蛋白降解较

快, 硅的加入, 既增加了煮沸稳定蛋白质的含量  $s$  但更多的是增加了煮沸不稳定蛋白质的含量。

#### yw<sub>2</sub> 硅对盐胁迫下玉米幼苗光合速率及水分代谢的影响

在盐胁迫下加入硅能显著  $o\phi I wwx Bp$  提高玉米叶片的光合能力 (表  $x$ )  $s$  植株的干重也比  $II\Omega y$  显著  $o\phi I wwx Bp$  增加。加入不同浓度的硅之后, 干重分别较  $II\Omega y$  增加了  $AiZy \%$ 、 $\Delta i\epsilon z \%$ 、 $ZiB\epsilon \%$ 。在盐胁迫下, 植株干重含水量及蒸腾速率降低, 加硅处理之后, 随着硅浓度的升高, 植株干重含水量及蒸腾速率也依次升高。有研究表明, 硅可在水稻叶片表面形成“角质—硅质双重层”, 降低蒸腾作用。但本文的研究结果却与此相反, 可能与在盐胁迫下加硅处理后增加了植株含水量  $s$  改善了植株体内水分供应状况有关。虽然加硅处理增加了蒸腾作用, 但水分利用效率却比  $II\Omega y$  的高 (表  $x$ )。由于在盐胁迫下加硅处理改善了植株体内的水分代谢状况, 因此可缓解由于盐胁迫而使植株产生的生理干旱。

表  $x$  硅对盐胁迫下玉米光合速率、植株干重及水分代谢的影响

处 理	$II\Omega x$	$II\Omega y$	$s\chi x$	$s\chi y$	$s\chi z$
光合速率	$\Gamma u B \xi$	$A u \Gamma \sigma$	$B u \epsilon \tau \rho$	$\Gamma u \gamma \pi$	$\Gamma u \epsilon \theta$
干重	$x u E E \xi$	$x u \epsilon Z o$	$x u Z u \pi$	$x u \epsilon B \pi$	$x u \epsilon E \pi$
蒸腾速率	$A u \gamma$	$z u A$	$A u \epsilon \gamma$	$A u \Delta$	$A i \theta B$
干重含水量	$x u \epsilon B u \Delta$	$E \gamma \Gamma u Z$	$E E x u \epsilon$	$Z B \gamma u \Gamma$	$Z Z Z u \epsilon$
$\delta \beta \Sigma$	$x u B Z$	$x u \epsilon \gamma$	$x u \epsilon x$	$x u \epsilon Z$	$x u B \nu$

单位  $H$  光合速率  $s \mu^{1.30} (II\phi_y) \cdot 1^{-1} \cdot 7^{-1} \theta$  干重  $s \nu \theta$  蒸腾速率  $s 1.130 (\Phi, \phi) \cdot 1^{-1} \cdot 7^{-1} \theta$  植株干重含水量  $s \% \theta \delta \beta \Sigma$  (水分利用效率)  $\mu^{1.30} (II\phi_y) \cdot 1.130^{-1} (\Phi, \phi)$ 。

#### yw<sub>3</sub> 硅对盐胁迫下玉米根系活力及根系质膜透性的影响

根系是植物吸收水分和养分的主要器官, 根系活力大小、根系的选择透性直接影响到植株的生长和抗逆能力。表  $y$  表明, 盐胁迫下玉米根系活力下降了  $yE u A \% s$  根系质膜透性上升了  $A \Gamma u \epsilon x \%$ 。加不同浓度硅处理之后, 根系活力依次上升  $s$  而根系质膜透性则逐渐下降。与  $II\Omega y$  相比, 高硅处理 ( $s\chi z s$  下同) 的根系活力上升了  $z x u y B \% s$  而根系质膜透性则下降了  $z \tau u y E \%$ 。梁永超对大麦的研究也证明, 盐处理大麦根系的脱氢酶活性大幅度降低, 而加硅处理则大大提高了根系脱氢酶的活性<sup>[16]</sup>  $s$  这一结论与本文对玉米的研

图  $x$  硅对盐胁迫下玉米叶片中  $\vartheta \phi$  活性及蛋白质的影响  
单位:  $\vartheta \phi \mu^{1.30} \vartheta \phi_y \phi \cdot \nu^{-1} T \delta \cdot \phi \theta$  蛋白质含量  $\nu \cdot \nu^{-1} T \delta$   
 $T \chi \nu \theta \sigma x \alpha \phi \sigma \pi \tau \sigma \pi \tau \cdot 3 \tau \cdot 1 \chi \chi \tau \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \vartheta \phi \xi \pi \chi \cdot \chi \cdot 3$   
 $o 2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 0 \vartheta \phi_y \phi \cdot \nu^{-1} T \delta \cdot \phi p \xi \cdot 2 \cdot \rho \cdot 4 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 8 \chi \cdot 2 \cdot 7 \cdot 0 \cdot 1 \cdot \nu \cdot \nu^{-1} T \delta \cdot p$   
 $\chi \cdot 2 \cdot 1 \cdot \xi \chi \sigma \cdot 0 \cdot \sigma \xi \tau \cdot 9 \cdot 2 \cdot \rho \cdot \sigma \cdot 7 \cdot \xi \cdot 8 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 6 \cdot \sigma \cdot 7 \cdot 7$

