

## 几种生理因素对玉米木质部汁液中蛋白质含量的影响

刘子会<sup>1,2</sup> 郭秀林<sup>1,\*</sup> 袁文龙<sup>3</sup> 王刚<sup>2</sup> 李广敏<sup>1</sup>

<sup>1</sup>河北省农林科学院遗传生理研究所, 石家庄 050051; <sup>2</sup>河北师范大学生命科学院, 石家庄 050016; <sup>3</sup>河北省植物保护总站, 石家庄 050011

**提要** 受干旱胁迫的玉米叶和茎木质部汁液中蛋白质含量降低, 根中蛋白质含量升高。偏酸性营养液中的玉米各营养器官木质部汁液中蛋白质含量降低, 中性或碱性营养液中的则升高。以  $100 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  的 ABA 营养液处理后的玉米根、茎和叶片的木质部汁液中蛋白质含量都升高; 而用  $2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  EGTA、 $80 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  三氟啦嗪或  $100 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  异博定处理后的木质部汁液中蛋白质含量变化不明显。

**关键词** 玉米; 木质部汁液; 蛋白质; 干旱胁迫; 营养液的 pH

## Effects of Several Physiological Factors on the Protein Content in Xylem Sap of Maize

LIU Zi-Hui<sup>1,2</sup>, GUO Xiu-Lin<sup>1,\*</sup>, YUAN Wen-Long<sup>3</sup>, WANG Gang<sup>2</sup>, LI Guang-Min<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Genetics and Physiology, Hebei Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Shijiazhuang 050051; <sup>2</sup>College of Life Sciences, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016; <sup>3</sup>Hebei General Station of Plant Protection, Shijiazhuang 050011

**Abstract** The protein contents in xylem sap of leaves and stems decreased while increased in the roots under drought stress. The protein contents in xylem sap of all nutritive organs decreased when the maize was treated by the nutrition solution of pH 5 or pH 6, but increased treated by that of pH 7 or pH 8. The protein contents increased after the maize was watered by the nutrition solution with  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ABA. The changes in protein content are not obvious after being watered by the nutrition solution with  $2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  EGTA,  $80 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  trifluoperazine or  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  verapamil.

**Key words** maize; xylem sap; protein; drought stress; pH of nutrient solution

早在 1923 年, Wilson 研究吐水和伤流时, 就注意到木质部汁液成分的变化。后来, Davies 和 Zhang<sup>[1]</sup> 提出较为完整的根冠通讯看法。人们对根源信号的产生、传递及其作用有了较为深入的认识。早已确认, 土壤干旱条件下, 植株木质部汁液中氨基酸、阴阳离子、激素以及 pH 等均发生变化, 但对于干旱胁迫下不同营养器官木质部汁液中蛋白质含量变化的报道尚少。本文探讨几种影响玉米木质部汁液中蛋白质含量的生理因素。

### 材料与方 法

选取玉米 (*Zea mays*) 杂交种“郑单 958”籽粒饱满的种子, 用蒸馏水反复冲洗, 浸种 24 h 后, 放在滤纸上, 再置于  $28^\circ\text{C}$  恒温培养箱中催芽, 芽长至 1 cm 时播种于一次性纸杯中, 纸杯去底后置于沙盒中培养, 培养室昼夜温度  $30^\circ\text{C}/25^\circ\text{C}$ , 每天光照 12 h, 光照度 6 000 lx。每 2 d 浇 1 次 Hoagland 营养液, 生长 2 个月至拔节时取样测定。

将幼苗分为两组, 一组为对照, 正常浇水; 另一组分别作如下处理: 一盒不浇水, 直到幼苗出现萎蔫; 4 盒分别以 pH 5、6、7、8 的营养液处理, 12 h 后抽取根、茎、叶的木质部汁液; 另外选取 4 盒分别用  $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  ABA、 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$100 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  异博定 (verapamil)、 $2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$  乙二醇双(2-氨基乙醚)-*N,N,N',N'*-四乙酸 [ethylene glycol-bis(2-aminoethylether)-*N,N,N',N'*-tetraacetic acid, EGTA]、 $80 \mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$  三氟啦嗪 (trifluoperazine, TFP) 的营养液处理。24 h 后分别用压力室法采集根、茎、叶的木质部汁液<sup>[2]</sup>。

植物水势用压力室法<sup>[3]</sup>测定, 记下叶出现第一滴汁液时的压力值, 作为植株水势。蛋白质浓度测定采用考马斯亮蓝 G-250 比色法<sup>[4]</sup>。

### 结果与讨论

#### 1 干旱的影响

正常浇水的植株, 水势为  $-0.588 \text{ MPa}$ ; 干旱胁迫下的植株水势为  $-1.568 \text{ MPa}$ 。由图 1 可知, 在正常浇水条件下, 玉米茎的木质部汁液中蛋白质含量最大, 叶次之, 根最少; 干旱胁迫下,

收稿 2003-09-09 修定 2004-02-09

资助 河北省自然科学基金(302466)和河北省农林科学院重点项目(A03-1-02-14)j£

\*通讯作者(E-mail:myhf2002@yahoo.com.cn, Tel:0311-7652128)。

玉米叶、茎的木质部汁液中蛋白质含量减少, 根中增加。Zhu 和 Zhang<sup>[5]</sup>检测土壤干旱、淹水和盐胁迫下的玉米、向日葵和蓖麻木质部汁液时, 也发现其蛋白质含量增加。这与我们在根中测得的蛋白质含量的变化趋势一致。

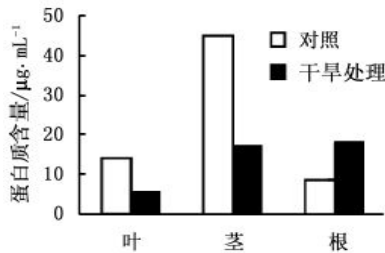


图1 干旱胁迫对玉米木质部汁液中蛋白质含量的影响  
Fig. 1 Effects of drought stress on protein content in xylem sap of maize

### 2 不同pH营养液的影响

从图2可以看出, 不同pH营养液处理的玉米茎的汁液中蛋白质含量最高, 这与正常浇水条件下的表现一致。但是与对照(Hoagland 营养液, pH为6.8)相比, 偏酸的营养液中的根、茎、叶木质部汁液中蛋白质含量降低, 中性或碱性的营养液中的则升高。

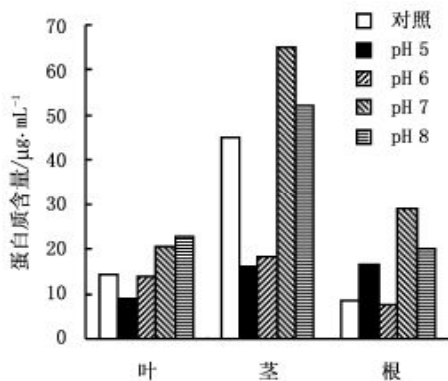


图2 不同pH营养液对玉米木质部汁液蛋白质含量的影响  
Fig. 2 Effects of different pH of nutrient on protein content in xylem sap of maize

### 3 外源 ABA 的影响

图3显示, 外源 ABA 对玉米木质部汁液中蛋白质含量的影响。在叶和茎中, ABA 处理显著降低了蛋白质含量, 而在根中则显著增加了蛋白质含量。

### 4 异博啉、EGTA 和 TFP 的影响

从图4可见, 异博啉、EGTA 和 TFP 3种钙通道阻抑剂对木质部汁液中蛋白质含量的影响不同, 效果不很明显。异博啉、EGTA、TFP 处

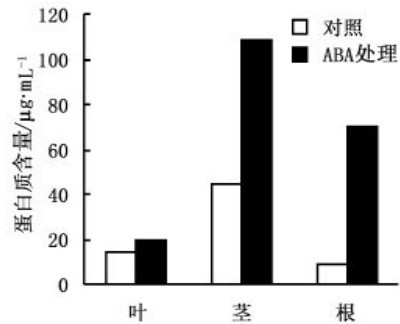


图3 外源 ABA 对玉米木质部汁液中蛋白质含量的影响  
Fig. 3 Effects of exogenous ABA on protein content in xylem sap of maize

理后叶的木质部汁液蛋白质含量都略有降低; 异博啉处理的茎木质部汁液中蛋白质含量增加, 其他二者则下降; 异博啉、EGTA 处理的根木质部汁液中蛋白质含量增加, 但 TFP 无明显影响。这暗示异博啉、EGTA、TFP 引起木质部汁液中蛋白质含量发生变化, 有可能是通过改变钙离子通道、胞内游离钙离子、钙调素等 ABA 信号转导途径发生作用的。其具体机制尚待深入研究。

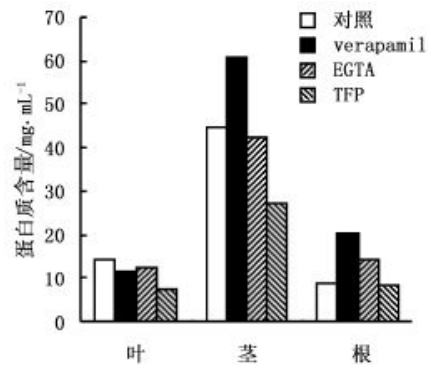


图4 异博啉、EGTA 和 TFP 对玉米木质部汁液中蛋白质含量的影响

Fig. 4 Effects of verapamil, EGTA and TFP on protein content in xylem sap of maize

### 参考文献

- Davies WJ, Zhang J. Root signal and the regulation of growth and development of plant in drying soil. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1991, 42:55~76
- Liang J, Zhang J. Collection of xylem sap at flow rate similar to *in vivo* transpiration flux. *Plant Cell Physiol*, 1997, 38(12): 1375~1381
- Wilkinson S, Davies WJ. Xylem sap pH increase: a drought signal received at the apoplastic face of the guard cell that involves the suppression of saturable abscisic acid uptake by the epidermal symplast. *Plant Physiol*, 1997, 113:559~573
- 中国科学院上海植物生理研究所, 上海市植物生理学会编. 现代植物生理学实验指南. 北京: 科学出版社, 1999. 392~394
- Zhu X, Zhang J. Anti-transpiration and anti-growth activities in the xylem sap from plants and different types of soil stress. *New Phytol*, 1997, 137:657~664
- 郭秀军, 李孟军, 关军锋等. PEG 胁迫下小麦幼苗 ABA 与 Ca<sup>2+</sup>/CaM 的关系. *作物学报*, 2002, 28(4):537~540