

干旱、盐和低温胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响

刘娥娥¹, 宗会¹, 郭振飞^{1*}, 黎用朝²

(1. 华南农业大学生物技术学院分子植物生理研究室, 广东 广州 510642; 2. 湖南省水稻研究所, 湖南 长沙 410125)

摘要: 以三叶期的水稻幼苗为材料, 研究了干旱(-0.6 MPa PEG 模拟)、盐(0.15 mol/L NaCl)和低温(6℃)胁迫下, 不同水稻品种脯氨酸积累的变化。结果表明, 干旱、盐和低温胁迫下稻苗均可积累脯氨酸, 且随着胁迫时间的延长而加剧。在同一胁迫条件下, 耐性强的品种脯氨酸积累较少, 而敏感品种脯氨酸积累则较多。脯氨酸的积累不宜作为稻苗抗逆性的筛选指标。

关键词: 水稻幼苗; 脯氨酸; 干旱胁迫; 盐胁迫; 低温胁迫

中图分类号: Q945.78

文献标识码: A

文章编号: 1005-3395(2000)03-0235-04

EFFECTS OF DROUGHT, SALT AND CHILLING STRESSES ON PROLINE ACCUMULATION IN SHOOT OF RICE SEEDLINGS

LIU E-e¹, ZONG Hui¹, GUO Zhen-fei^{1*}, LI Yong-chao²

(1. College of Biotechnology, South China Agricultural University, Guangzhou 510642, China;

2. Hunan Institute of Rice Research, Changsha 410125, China)

Abstract: Drought, salt and chilling effects on proline accumulation were studied in 3-leaf-stage seedlings of three rice (*Oryza sativa* L.) varieties: IAC (sensitive to drought and salt, and tolerant to low temperature), Dahuanggu (salt-resistant but sensitive to low temperature) and Guixi (drought-tolerant). Treatments were carried out at -0.6 MPa PEG (simulation) for drought, 0.15 mol/L NaCl for salinity, and 6℃ for chilling stresses. Proline content in aboveground part of rice seedlings were tested. The results showed that proline accumulation in rice seedlings of various varieties was seen under all stresses, and the proline content increased with increasing time of stress. Sensitive variety accumulated more proline content than tolerant one. It seems, however, that proline accumulation can not be used as a screening index of resistance to stresses in rice seedlings.

Key words: Rice seedling; Proline; Drought stress; Salt stress; Chilling stress

干旱、盐渍和低温胁迫下植物均可积累脯氨酸, 脯氨酸可作为胞质渗透剂^[1,2]、酶和细胞结构的保护剂^[3,4]及自由基清除剂^[5]而起保护作用, 从而增强植物的抗逆性。但至今对于胁迫下脯氨酸积累的生理意义仍存在分歧, 有些研究表明逆境下抗逆性强的品种比敏感品种能积累更多的

收稿日期: 1999-12-10

基金项目: 广东省自然科学基金; 农业部“九五”高新技术及基础研究项目资助

* 通讯作者 Corresponding author.

脯氨酸, 脯氨酸积累的多少可作为植物抗逆性筛选的指标^[6,7]; 但有些研究结果与此不同, 认为逆境下脯氨酸的积累是伤害的结果, 不宜作为抗性筛选的指标^[8-11]。本文报道干旱、盐和低温胁迫下不同水稻品种幼苗中脯氨酸积累的变化, 以期探讨不同胁迫下脯氨酸积累的共性和特异性, 为探讨逆境下脯氨酸积累的生理意义提供参考。

1 材料与方法

材料 以水稻品种 IAC (对干旱和盐胁迫敏感, 较耐低温)、大黄谷 (耐盐性较强, 对低温敏感) 和桂溪 (耐旱性较强) 为实验材料。

培养及处理 以木村 B 营养液水培水稻至三叶期, 进行干旱 (用 -0.6 MPa 模拟)、盐 (0.15 mol/L NaCl) 和低温胁迫 (6 °C) 处理, 处理 0、1、2、3、4 d 时取水稻幼苗地上部测定脯氨酸的含量, 每处理 3 次重复。

脯氨酸含量的测定 参照张殿忠等的方法^[12], 3 次重复。

2 结果与讨论

2.1 干旱胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响

干旱胁迫下, 随着胁迫时间的延长水稻幼苗中脯氨酸含量不断增加。干旱敏感品种 IAC 的脯氨酸含量在胁迫条件下迅速积累, 且显著高于耐旱性强的桂溪。IAC 在胁迫 1 d 时的脯氨酸含量 ($565.58 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$) 与桂溪在胁迫 3 d 时的脯氨酸含量 ($575.47 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$) 相当, 胁迫 4 d 时, IAC 的脯氨酸为桂溪的 1.54 倍 (图 1)。表明在同一干旱胁迫条件下抗旱性强的水稻品种脯氨酸积累较少, 而干旱敏感品种则可积累更多的脯氨酸。

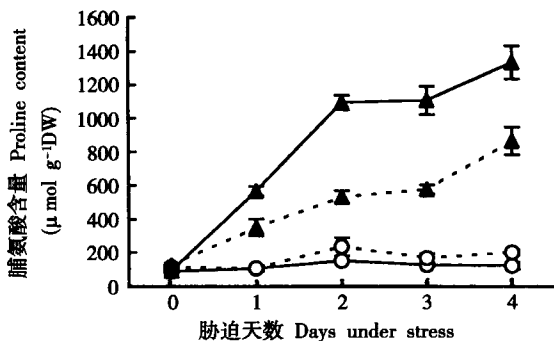


图 1 干旱胁迫下不同水稻品种脯氨酸含量的变化
Fig. 1 Effects of drought stress on proline content in shoots of rice seedlings

— IAC; ····· 桂溪 Guixi; ○ 对照 Control; ▲ 干旱 Drought

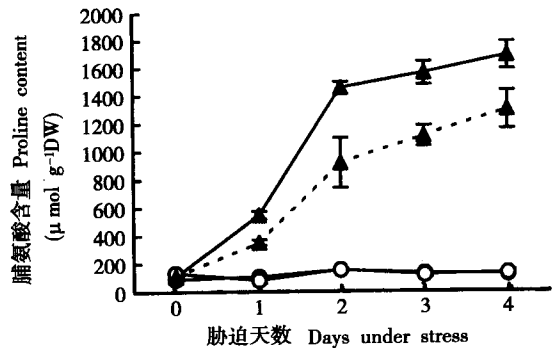


图 2 盐胁迫下不同水稻品种脯氨酸含量的变化
Fig. 2 Effects of salt stress on proline content in shoots of rice seedlings

— IAC; ····· 大黄谷 Dahuanggu; ○ 对照 Control; ▲ 盐 Salt

2.2 盐胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响

盐胁迫下, 水稻幼苗中的脯氨酸含量迅速积累, 盐敏感的 IAC 比耐盐性强的 大黄谷 能积累更多的脯氨酸。胁迫 2 d 时 IAC 脯氨酸含量 ($1454 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$) 是大黄谷 ($915 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$) 的 1.58 倍; 胁迫 4 d 时, IAC 脯氨酸含量增加到 $1542.96 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$, 大黄谷 仅为 $1296.38 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$ (图 2)。这与 Lutts 等的结果一致^[13,14], 表明在同一盐胁迫条件下盐敏感品

种比耐盐品种能积累更多的脯氨酸。

2.3 低温胁迫对水稻幼苗脯氨酸含量的影响

随着低温胁迫时间的延长, 水稻幼苗中的脯氨酸积累也呈上升趋势(图3), 低温敏感品种大黄谷的脯氨酸含量高于耐低温品种IAC。胁迫4 d时, 大黄谷的脯氨酸含量为 $490.66 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$, 而IAC仅为 $402.82 \mu\text{mol g}^{-1}\text{DW}$ 。

尽管逆境下植物积累脯氨酸具有普遍性, 但至今有关逆境下脯氨酸积累的生理意义仍存在分歧。Liu等^[15]发现拟南芥的盐敏感突变体在盐胁迫下比野生型能积累更多的脯氨酸, 认为逆境下脯氨酸积累是胁迫伤害的症状, 而不宜作为一个抗性指标。Lutts等^[13,14]研究表明盐胁迫水稻的盐敏感品种比抗性品种能积累更多的脯氨酸。本研究结果表明, 在干旱、盐和低温三种不同的胁迫条件下, 稻苗脯氨酸积累均有相同的趋势, 即敏感品种比抗性强的品种能积累更多的脯氨酸。因此, 逆境条件下脯氨酸积累的多少不宜作为稻苗抗逆性的一个指标, 似乎更适宜作为一个胁迫敏感性指标。

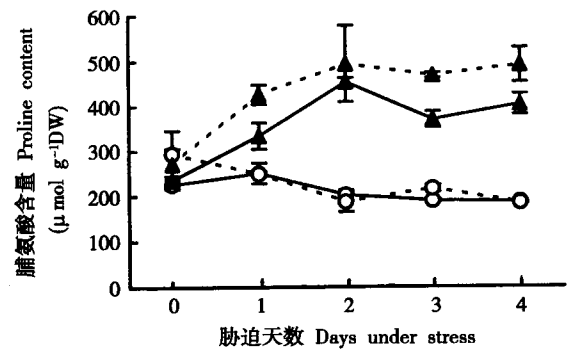


图3 水稻幼苗在低温胁迫下脯氨酸含量的变化

Fig. 3 Effects of chilling stress on proline content in shoots of rice seedlings

— IAC; --- 大黄谷 Dahuanggu;
○ 对照 Control; ▲ 低温 Chilling

参考文献:

- [1] Delauney A J, Verma D P S. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants [J]. plant J, 1993, 4:215-223.
- [2] Kavi Kishor P B, Hong Z, Miao G H, et al. Overexpression of Δ^1 -pyrroline-5-carboxylate synthetase increase proline production and confers osmotolerance in transgenic plants [J]. Plant Physiol, 1995, 108:1387-1394.
- [3] Solomon A, Beer S, Waisel Y, et al. Effects of NaCl on the carboxylating activity of Rubisco from *Tamarix jordanis* in the presence and absence of proline-related compatible solutes [J]. Physiol Plant, 1994, 90:198-204.
- [4] Van Rensburg L, Kruger C H J, Kruger H. Proline accumulation as drought-tolerance selection criterion: Its relationship to membrane integrity and chloroplast ultrastructure in *Nicotiana tabacum* L. [J]. J Plant Physiol, 1993, 141:188-194.
- [5] Smirnov N, Cumbes Q J. Hydroxyl radical scavenging activity of compatible solutes [J]. Phytochem, 1989, 28: 1057-1060.
- [6] 汤章城. 逆境条件下植物脯氨酸的累积及其可能的意义 [J]. 植物生理学通讯, 1984, (1):15-21.
- [7] 汤章城, 王育启, 吴亚华, 等. 不同抗旱品种高粱苗中脯氨酸积累的差异 [J]. 植物生理学报, 1986, 12(2):154-162.
- [8] Bar-Nun N, Poljakoff-Mayer A. Salinity stress and the contents of proline in roots of *Pisum sativum* and *Tamarix teragyna* [J]. Ann Bot, 1977, 41:173-179.
- [9] Hanson A D, Nelson C E, Peersen A R, et al. Capacity for proline accumulation during water stress in barley and its implications for breeding for drought resistance [J]. Crop Sci, 1979, 19:489-493.

- [10] Richards R A, Thurling N. Genetic analysis of drought stress response in rapeseed. Physiological characters [J]. *Euphytica*, 1979, 28:755-759.
- [11] Mofteh A E, Michel B E. The effect of sodium chloride on solute potential and proline accumulation in soybean leaves [J]. *Physiol Plant*, 1987, 83:238-240.
- [12] 张殿忠, 汪沛洪, 赵会贤. 测定小麦叶片游离脯氨酸含量的方法 [J]. *植物生理学通讯*, 1990, (4):62-65.
- [13] Lutts S, Kinet J M, Bouharmont J. Effects of salt stress on growth, mineral nutrition and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in rice (*Oryza sativa* L.) cultivars differing in salinity resistance [J]. *Plant Growth Regul*, 1996, 19:207-218.
- [14] Lutts S, Kinet J-M. NaCl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings [J]. *Physiol Plant*, 1999, 105:450-458.
- [15] Liu J P, Zhu J K. Proline accumulation and salt-stress-induced gene expression in salt-hypersensitive mutant of *Arabidopsis* [J]. *Plant Physiol*, 1997, 114:591-596.

征订启事

刊名	刊期	邮发代号	订价	订阅地址
植物遗传资源科学	季刊		20元(邮挂28元)	100081 北京白石桥路30号 《植物遗传资源科学》编辑部
中国种业	双月	82-132	18元(邮挂30元)	100081 北京市白石桥路30号 《中国种业》编辑部
中国南方果树	双月	78-13	24元	400712 重庆北碚歇马镇中国农业 科学院柑桔研究所《中国南方果 树》编辑部
柑桔与亚热带 果树信息	月刊	78-10	36元	400712 重庆北碚歇马镇中国农业 科学院柑桔研究所《柑桔与亚热带果 树信息》编辑部
湖南食品	双月	42-211	30元	410001 湖南长沙市蓉园路4号 《湖南食品》编辑部