

文章编号 :1003-8701(2014)03-0014-04

盐胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号生理特性的比较

杨洪兵¹,李发良²

(1. 青岛农业大学生命科学学院 / 山东省高校植物生物技术重点实验室,山东 青岛 266109 ;

2. 四川省凉山州农业科学研究所高山作物研究站,四川 凉山 616150)

摘 要 :以两个苦荞品种川荞 3 号和川荞 4 号为试验材料,研究不同浓度 NaCl 胁迫对荞麦幼苗生理特性的影响。结果表明,低浓度(50 mmol/L)NaCl 胁迫下,川荞 3 号叶片质膜透性即显著增加,而川荞 4 号无显著变化,川荞 4 号叶片 SOD 活性显著高于对照,说明低盐度对川荞 4 号叶片 SOD 活性有促进作用 ;在高浓度(150 mmol/L)NaCl 胁迫下,两个苦荞品种叶片质膜透性和 MDA 含量均显著增加,川荞 3 号增加幅度较大,两个苦荞品种根系活力、叶片 SOD 和 APX 活性均显著降低,川荞 3 号降低幅度较大。说明川荞 4 号的耐盐性明显大于川荞 3 号。

关键词 :川荞 3 号 ;川荞 4 号 ;盐胁迫 ;生理特性 ;耐盐性

中图分类号 :Q945.78

文献标识码 :A

Comparison of Physiological Traits between ‘Chuanqiao No.3’ and ‘Chuanqiao No.4’ under Salt Stress

YANG Hong-bing¹, LI Fa-liang²

(1. Key Lab of Plant Biotechnology in Universities of Shandong, College of Life Sciences, Qingdao Agricultural University, Qingdao 266109; 2. Research Station of Alpine Crop, Institute of Agricultural Science of Liangshan, Sichuan Province, Liangshan 616150, China)

Abstract: Two *Fagopyrum tataricum* varieties ‘Chuanqiao No.3’ and ‘Chuanqiao No.4’ were used as experimental materials, and the effects of different concentrations of NaCl stress on physiological traits of buckwheat seedlings were studied. The results showed that the plasma permeability of leaves in ‘Chuanqiao No.3’ was significantly increased, while that in ‘Chuanqiao No.4’ was not significant changed under the low concentration (50 m mol · L⁻¹) of salt stress, and the SOD activity of leaves in ‘Chuanqiao No.4’ was significantly higher than that in the control, which indicated that the low salinity had promoting effect on SOD activity of leaves in ‘Chuanqiao No.4’. Under the high concentration (150 m mol · L⁻¹) of salt stress, the plasma permeability and MDA content of leaves in two *Fagopyrum tataricum* varieties were all significantly increased, and they increased more in ‘Chuanqiao No.3’. The roots vigor, activity of SOD and APX of two *Fagopyrum tataricum* varieties were all significantly decreased, and that of ‘Chuanqiao No.3’ decreased more. It indicated that the salt tolerance of ‘Chuanqiao No.4’ was obviously higher than that of ‘Chuanqiao No.3’.

Keywords: Chuanqiao No.3; Chuanqiao No.4; Salt stress; Physiological traits; Salt tolerance

荞麦(*Fagopyrum esculentum* Moench)是蓼科

荞麦属的双子叶植物,它不但有广泛的适应性^[1];而且具有较高的营养价值和良好的保健功效^[2]。在盐胁迫中 NaCl 是主要的胁迫物质,虽然植物体内 Na⁺ 和 Cl⁻ 可以作为无机离子参与渗透调节,但两者含量超过一定阈值后会对植物产生渗透胁迫及离子毒害效应^[3];研究表明,盐胁迫对玉米和番茄种子萌发及幼苗生长有明显抑制作用^[4-5];且

收稿日期 :2013-09-15

基金项目 :国家自然科学基金项目(31371552) ;山东省自然科学基金项目(ZR2010CL019)

作者简介 :杨洪兵(1968-),男,副教授,博士,主要从事植物逆境生理研究。

高浓度盐胁迫会严重影响植物的正常生理代谢^[6],从而显著抑制植物的生长和发育^[7]。本文以两个苦荞新品种川荞 3 号和川荞 4 号为试验材料,采用不同浓度 NaCl 胁迫处理,通过测定耐盐生理指标^[8-9]来探讨盐胁迫对不同荞麦品种生理特性的影响,为荞麦耐盐机理研究及荞麦耐盐品种筛选方面提供依据。

1 材料和方法

1.1 材料培养与处理

以两个苦荞(*Fagopyrum tataricum*)新品种川荞 3 号和川荞 4 号为试验材料。挑选籽粒饱满的荞麦种子,0.1% KMnO_4 溶液消毒 10 min,26℃ 恒温培养箱培养,种子萌发后移至 Hoagland 营养液中培养,自然光照,昼夜温度为 26℃/16℃,相对湿度为 60% 左右,常规管理。荞麦幼苗长至两叶一心期开始 NaCl 处理,NaCl 处理浓度为 50、100 和 150 mmol/L (不同浓度 NaCl 溶液采用 Hoagland 营养液配置),处理 3 d 后取荞麦幼苗第二个叶片测定相关指标。每个处理设 3 个重复。

1.2 试验方法

采用 TTC 法测定根系活力^[10];采用李锦树等^[11]的方法测定质膜透性;采用林植芳等^[12]的方法测定 MDA 含量;采用氮蓝四唑法测定 SOD 活性^[13];采用碘液滴定法测定 APX 活性^[9]。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦幼苗根系活力的影响

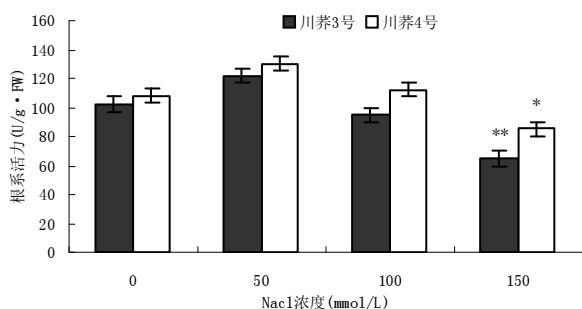


图 1 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦幼苗根系活力的影响

n=3, * P<0.05, ** P<0.01, 下同

从图 1 看出,50 mmol/L NaCl 胁迫下荞麦幼苗根系活力有一定程度的增加,100 mmol/L NaCl 胁迫下荞麦幼苗根系活力有一定程度的降低,这两种浓度 NaCl 胁迫下荞麦幼苗根系活力与对照相比均

无显著差异;150 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 4 号幼苗根系活力显著降低 ($P<0.05$),与对照相比降低了 18.09%,川荞 3 号幼苗根系活力降低达到了极显著水平 ($P<0.01$),与对照相比降低了 34.88%。

2.2 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片质膜透性的影响

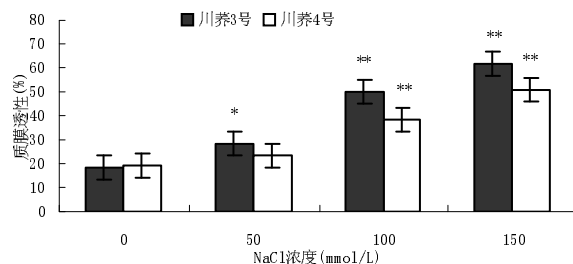


图 2 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片质膜透性的影响

50 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号叶片质膜透性即显著增加 ($P<0.05$) (图 2),与对照相比增加了 57.94%;100 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片质膜透性极显著增加 ($P<0.01$),与对照相比分别增加了 179.17% 和 105.64%,川荞 3 号增加幅度较大;150 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片质膜透性增加更明显 ($P<0.01$),与对照相比分别增加了 256.93% 和 175.13%,川荞 3 号增加幅度较大。

2.3 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片 MDA 含量的影响

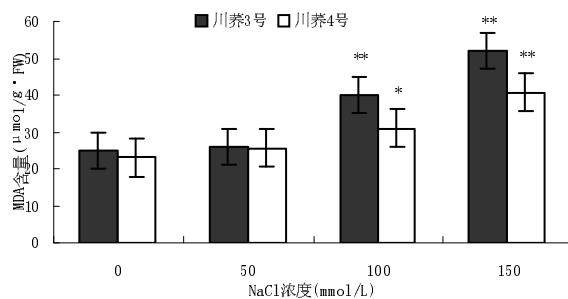


图 3 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片 MDA 含量的影响

50 mmol/L NaCl 胁迫下荞麦叶片 MDA 含量有一定程度增加,但与对照相比无显著差异 (图 3);100 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片 MDA 含量显著增加 ($P<0.01$ 和 $P<0.05$),与对照相比分别增加了 55.69% 和 35.77%,川荞 3 号增加幅度较大;150 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片 MDA 含量增加极显著 ($P<0.01$),与对照相比分别增加了 104.46% 和

69.43%, 川荞 3 号增加幅度较大。

2.4 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片 SOD 活性的影响

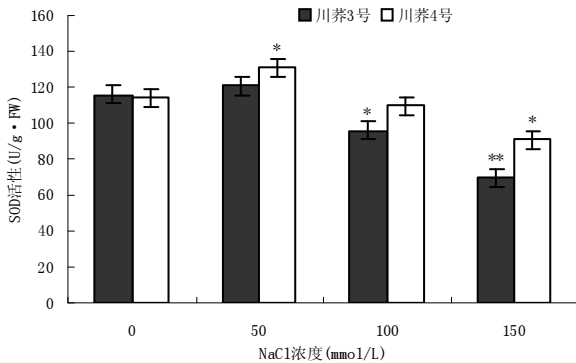


图 4 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片 SOD 活性的影响

由图 4 可见, 50 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 4 号叶片 SOD 活性显著增加 ($P < 0.05$), 与对照相比增加了 18.58%; 100 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号叶片 SOD 活性显著降低 ($P < 0.05$), 与对照相比降低了 18.16%; 150 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片 SOD 活性均显著降低 ($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$), 与对照相比分别降低了 40.86% 和 20.25%, 川荞 3 号降低幅度较大。

2.5 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片 APX 活性的影响

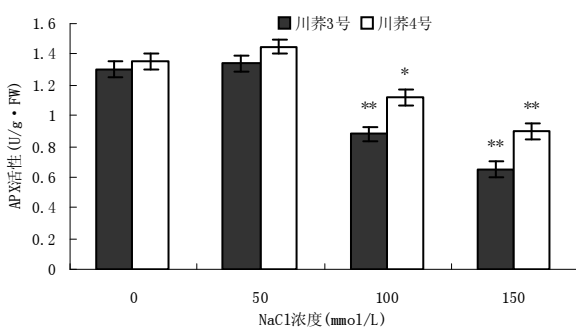


图 5 盐胁迫对川荞 3 号和川荞 4 号荞麦叶片 APX 活性的影响

50 mmol/L NaCl 胁迫下荞麦叶片 APX 活性有一定程度增加, 但与对照相比无显著差异 (图 5); 100 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片 APX 活性显著降低 ($P < 0.01$ 和 $P < 0.05$), 与对照相比分别降低了 32.56% 和 17.04%, 川荞 3 号降低幅度较大; 150 mmol/L NaCl 胁迫下川荞 3 号和川荞 4 号叶片 APX 活性均极显著降低 ($P < 0.01$), 与对照相比分别降低了 51.16% 和 37.04%, 川荞 3 号降低幅度较大。

3 讨论

根系活力是一种客观反映根系生命活动的生理指标^[14]; 研究表明, 重度干旱胁迫下玉米根系活力明显下降^[15]; 苗海霞等^[16]发现低浓度盐胁迫使苦楝根系活力显著增加, 而高浓度盐胁迫下苦楝根系活力呈下降趋势。本文中低浓度 NaCl 胁迫下荞麦幼苗根系活力有一定程度增加, 但与对照相比并无显著差异, 在高浓度 (150 mmol/L) NaCl 胁迫下荞麦幼苗根系活力显著降低, 川荞 3 号幼苗根系活力降低幅度较大, 说明高浓度 NaCl 胁迫对川荞 3 号幼苗根系生命活动产生了严重影响。

质膜透性大小及膜脂过氧化产物 MDA 含量高低是衡量植物膜系统稳定性的重要指标, 朱晓军等^[17]发现, 盐胁迫下水稻幼苗质膜透性的变化与 MDA 含量变化趋势相似, 说明盐胁迫下水稻幼苗质膜透性增加与膜脂过氧化程度之间呈显著正相关。本文中在低浓度 NaCl 胁迫下川荞 3 号叶片质膜透性即显著增加, 在高浓度 NaCl 胁迫下荞麦叶片质膜透性和 MDA 含量均显著增加, 川荞 3 号的增加幅度明显大于川荞 4 号, 说明高浓度 NaCl 胁迫下川荞 3 号的质膜结构损害程度及膜脂过氧化程度较大。

SOD 是超氧自由基代谢的关键酶^[18], 其活性在一定程度上反映出植物耐逆性高低; APX 是 H_2O_2 代谢的关键酶, 它参与叶绿体及细胞质 H_2O_2 代谢^[19]。吴晶晶等^[20]研究表明, 盐胁迫下 SOD 和 APX 在植物体内协同作用, 清除过量活性氧并维持活性氧代谢平衡, 保护生物膜结构, 使植物在一定程度上缓解盐胁迫伤害。马纯艳等^[21]研究发现, 低盐胁迫下玉米 SOD 活性升高, 而高盐胁迫下玉米 SOD 活性下降; 在相同盐度胁迫下, 耐盐小麦品种 APX 活性增加幅度明显大于盐敏感品种, 小麦的耐盐性与 APX 活性呈正相关^[22]。本文中低浓度 NaCl 胁迫对川荞 4 号叶片 SOD 活性有显著促进作用, 高浓度 NaCl 胁迫下荞麦叶片 SOD 和 APX 活性均显著降低, 川荞 3 号的降低幅度明显大于川荞 4 号。

总之, 在高浓度 NaCl 胁迫下, 两个苦荞品种叶片质膜透性和 MDA 含量均显著增加, 川荞 3 号叶片质膜透性和 MDA 含量增加幅度较大, 而根系活力、叶片 SOD 和 APX 活性降低幅度较大, 说明川荞 4 号的耐盐性明显大于川荞 3 号。

参考文献:

[1] 罗虹, 刘鹏, 李淑. 硅、钙对水土保持植物荞麦铝毒的

- 缓解效应[J]. 水土保持学报, 2005, 19(3): 101-104.
- [2] 杨利艳, 杨武德. 21 世纪的作物名星 - 荞麦[J]. 世界农业, 2002(1): 36.
- [3] 乔慧萍, 李建设, 雍立华, 等. 植物盐胁迫生理及其适应性调控机制的研究进展[J]. 宁夏农林科技, 2007(3): 34-36.
- [4] 斯琴巴特尔, 吴红英. 盐胁迫对玉米种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 干旱区资源与环境, 2000, 14(4): 76-80.
- [5] 苏 实, 练薇薇, 杨文杰, 等. 盐胁迫对番茄种子萌发和幼苗生长的效应[J]. 华北农学报, 2006, 21(5): 24-27.
- [6] Munns R. Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses[J]. Plant, Cell and Environment, 1993, 16(1): 15-24.
- [7] Francois L E, Maas E V, Donovan T J, et al. Effect of salinity on grain yield and quality, vegetative growth and germination of semidwarf and durum wheat [J]. Agronomy Journal, 1986, 78 (6): 1053-1058.
- [8] 战伟龔, 邱念伟, 赵方贵, 等. 盐和水胁迫对不同荞麦品种生理特性的影响[J]. 中国农学通报, 2009, 25(17): 129-132.
- [9] 战伟龔, 张学杰, 杨德翠, 等. NaCl 和等渗 PEG 对荞麦 SOD 及 APX 活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2009(5): 101-102.
- [10] 侯福林. 植物生理学实验教程(第二版)[M]. 北京: 科学出版社, 2010: 49-50.
- [11] 李锦树, 王洪春, 王文英, 等. 干旱对玉米叶片细胞膜透性及膜脂的影响[J]. 植物生理学报, 1983, 9(3): 223-229.
- [12] 林植芳, 李双顺, 林桂珠, 等. 水稻叶片的衰老与超氧化物歧化酶活性及脂质过氧化作用的关系[J]. 植物学报, 1984, 26(6): 605-615.
- [13] 李文卿, 潘廷国, 柯玉琴, 等. 土壤水分胁迫对甘薯苗期活性氧代谢的影响[J]. 福建农业学报, 2000, 15(4): 45-50.
- [14] 斯琴巴特尔, 吴红英. 不同逆境对玉米幼苗根系活力及硝酸还原酶活性的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2001, 19(2): 67-70.
- [15] 刘海龙, 郑桂珍, 关军锋, 等. 干旱胁迫下玉米根系活力和膜透性的变化[J]. 华北农学报, 2002, 17(2): 20-22.
- [16] 苗海霞, 孙明高, 夏 阳, 等. 盐胁迫对苦楝根系活力的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2005, 36(1): 9-12.
- [17] 朱晓军, 杨劲松, 梁永超, 等. 盐胁迫下钙对水稻幼苗光合作用及相关生理特性的影响[J]. 中国农业科学, 2004, 37(10): 1497-1503.
- [18] Kalir A, Poljakoff-Mayber A. Changes in activity of malate dehydrogenase, catalase, peroxidase and superoxide dismutase in leaves of *Halimione portulacoides* (L.) aellen exposed to high sodium chloride concentrations[J]. Annals of Botany, 1981, 47 (1): 75-85.
- [19] Takahama U, Oniki T. A peroxidase/phenolics/ascorbate system can scavenge hydrogen peroxide in plant cells [J]. Physiologia Plantarum, 1997(101): 845-852.
- [20] 吴晶晶, 朱月林, 张古文, 等. NaCl 胁迫对结荚期毛豆叶片抗氧化酶活性和脯氨酸含量的影响[J]. 江苏农业科学, 2008 (2): 135-137.
- [21] 马纯艳, 李明莹. 不同玉米品种的抗盐性及其分子标记的比较研究[J]. 吉林农业大学学报, 2006, 28(2): 123-126, 132.
- [22] 杨洪兵. NaCl 胁迫和等渗 PEG 处理对小麦 APX 活性的影响[J]. 江苏农业科学, 2011, 39(6): 151-152.

(上接第 8 页)

- [18] 赵海岩, 郑文静, 王德兴, 等. 水稻抗稻瘟病突变体离体筛选及在育种中应用[J]. 辽宁农业科学, 2001(3): 21-25.
- [19] 李 楠, 陈巧玲, 李亚娟, 等. 抗稻瘟病细胞突变体筛选技术的研究进展[J]. 中国农学通报, 2011, 27(18): 233-236.
- [20] 陈 璋, 朱秀英. 水稻愈伤组织继代培养中游离氨基酸库的变化与再分化的相关[J]. 作物学报, 1993, 19(4): 334-341.
- [21] 周玲艳, 秦华明, 谢俊平, 等. 提高水稻愈伤组织再生频率的研究[J]. 种子, 2006, 25(7): 28-31.
- [22] Khan M S, Maliga P. Fluorescent antibiotic resistance marker for tracking plastid transformation in higher plants[J]. Nature biotechnology, 1999, 17(9): 910-915.
- [23] Lee S M, Kang K, Chung H, et al. Plastid transformation in the monocotyledonous cereal crop, rice (*Oryza sativa*) and transmission of transgenes to their progeny[J]. Molecules and cells, 2006, 21(3): 401.
- [24] 赵宏伟, 宋彦超. 寒地粳稻再生体系的优化研究[J]. 东北农业大学学报, 2013, 44(7): 32-38.
- [25] 王敬东, 马洪爱, 马洪文, 等. 宁夏优质水稻品种 D10 高效再生体系的建立[J]. 中国农学通报, 2013, 29(33): 37-42.
- [26] Slamet -Loedin I H, Chadha -Mohanty P, Torrizo L. Agrobacterium-Mediated Transformation: Rice Transformation [M]//Cereal Genomics. Humana Press, 2014: 261-271.
- [27] Duan Y, Zhai C, Li H, et al. An efficient and high-throughput protocol for Agrobacterium-mediated transformation based on phosphomannose isomerase positive selection in Japonica rice (*Oryza sativa* L.) [J]. Plant cell reports, 2012, 31(9): 1611-1624.