

NaCl 胁迫对牡丹花石榴植株体内 Na^+ 、 K^+ 含量的影响

李洪涛¹, 陈海燕², 李东伟³, 胡青霞⁴, 陈延惠^{4*}, 刘广甫⁵

(1. 郑州市城市园林科学研究所, 河南 郑州 450003; 2. 河南省农业科学院, 河南 郑州 450002;

3. 新郑市林业局, 河南 新郑 451100; 4. 河南农业大学 园艺学院, 河南 郑州 450002;

5. 河南省工人文化宫, 河南 郑州 450007)

摘要: 以 2 年生牡丹花石榴为供试材料, 研究 NaCl 胁迫对石榴枝、根韧皮部和木质部的 Na^+ 、 K^+ 含量及 K^+/Na^+ 值的影响。结果表明: 随着土壤中 NaCl 含量的增加, 石榴植株枝、根的 Na^+ 含量整体呈增加趋势; K^+ 含量呈先增加后降低趋势, NaCl 含量为 0.4% 时, K^+ 含量最高。相同 NaCl 处理下石榴枝的 Na^+ 、 K^+ 含量高于根部, 而同一枝、根部位韧皮部的 Na^+ 、 K^+ 含量高于木质部 (NaCl 0.5%、0.6% 处理的 K^+ 含量除外)。低度盐胁迫 (NaCl 0~0.4%) 下 K^+/Na^+ 值较大; 而高度盐胁迫 (NaCl 0.5%、0.6%) 下 K^+/Na^+ 值降低, 且小于 1。土壤中 NaCl 含量为 0~0.4% 时, 牡丹花石榴可正常生长, 过高则出现叶片黄化、落叶、生长不良的现象。

关键词: 石榴; NaCl 胁迫; Na^+ 含量; K^+ 含量

中图分类号: S665.4 文献标志码: A 文章编号: 1004-3268(2014)07-0130-03

Effect of NaCl Tolerance on Contents of Na^+ and K^+ of Mudanhua Pomegranate Plants

LI Hong-tao¹, CHEN Hai-yan², LI Dong-wei³, HU Qing-xia⁴, CHEN Yan-hui^{4*}, LIU Guang-fu⁵

(1. Zhengzhou Institute of Urban Landscape and Architecture, Zhengzhou 450003, China;

2. Henan Academy of Agricultural Sciences, Zhengzhou 450002, China;

3. Xinzheng Forestry Bureau, Xinzheng 451100, China; 4. College of Horticulture, Henan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 5. Henan Workers Cultural Palace, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Two years old Mudanhua pomegranate seedlings were used as materials. The change of Na^+ and K^+ contents and K^+/Na^+ ratios in phloem and xylem of branch and root of pomegranate plants under salt stress. The results showed the contents of Na^+ increased with the increase of NaCl concentration in soil; the contents of K^+ first increased and then decreased, when the NaCl concentration reached 0.4%, the contents of K^+ reached the peak value. The contents of Na^+ and K^+ were higher in branches than that in roots, the contents of Na^+ and K^+ were higher in phloem than that in xylem except the K^+ content under 0.5% and 0.6% NaCl stress. The K^+/Na^+ ratios were higher under hyposaline conditions (NaCl concentration of 0—0.4%) than that under hypersaline conditions (NaCl concentration of 0.5%—0.6%), and the K^+/Na^+ ratios were less than one under hypersaline conditions (NaCl concentration of 0.5%—0.6%). Mudanhua

收稿日期: 2014-04-14

基金项目: 河南省 2013 年度科技成果转化项目 (30600525)

作者简介: 李洪涛 (1963-), 男, 河南西峡人, 高级工程师, 本科, 主要从事园林植物育种与栽培研究。

E-mail: lihongtao188@163.com

* 通讯作者: 陈延惠 (1963-), 女, 河南南阳人, 教授, 硕士, 主要从事石榴遗传育种与栽培生理研究。

E-mail: chenyanhui188@163.com

pomegranate grewed normally when the NaCl concentration was below 0.4% in soil, and high NaCl contents could cause leaf blade yellowing and falling, and negative growth.

Key words: *Punica granatum* L.; NaCl tolerance; contents of Na^+ ; contents of K^+

石榴具有较强的耐盐碱能力,是目前公认的耐盐树种之一^[1]。因此,既可植于山、坡地防止水土流失,又可在盐碱地、海涂地综合开发时采用。目前,关于植物抗盐研究包括选择耐盐植物和通过杂交、组培、抗性锻炼及转基因等手段来提高植物抗盐特性 2 个方面^[2],这些研究都是以盐胁迫下植物生理生化状况为基础的,因此,要进行植物抗盐性研究,必须首先弄清楚盐胁迫下个体的生理状况。 Na^+ 含量及 Na^+ 与 K^+ 平衡是评估植物盐害和耐盐性的重要指标之一。研究了盐胁迫下牡丹花石榴 Na^+ 、 K^+ 含量及 Na^+ 与 K^+ 平衡的变化,以期在选择耐盐性石榴品种和生态应用提供理论依据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试材料为河南农业大学石榴园 2 年生牡丹花石榴扦插苗。

1.2 方法

以河南农业大学石榴园自然脱盐土作为盆栽基质,将底部有排水孔的直径 30 cm 塑料花盆洗净,装入 7.5 kg 脱盐土。2011 年 4 月 25 日,每盆栽 1 株长势、冠幅基本一致的石榴苗备用。所有花盆下放置托盘,集中置于高出地面 40 cm 的高台上,其上搭建避雨棚。将 NaCl 溶液 200~300 mL 浇于相对应花盆中,待盆土吸收后,加淡水冲盐,至土壤水分饱和。若有盐水漏到托盘中,可在次日返浇入盆中。土壤中 NaCl 含量共设 7 个处理,分别为 0 (CK)、0.2%、0.3%、0.4%、0.5%、0.6%,每处理重复 3 次。每隔 1 d,于傍晚浇淡水 1 次。7 月 2 日,观察植株生长状况并取其根和枝条测定韧皮部和木质部的 Na^+ 、 K^+ 含量,计算 K^+/Na^+ 值。样品消煮采用 $\text{H}_2\text{SO}_4\text{-H}_2\text{O}_2$ 法,利用远红外 COD 恒温定时消煮炉消煮, K^+ 、 Na^+ 含量利用 PF640-A 火焰光度计测定^[3-7]。

2 结果与分析

2.1 不同 NaCl 处理对石榴植株生长的影响

试验结果表明,不同 NaCl 处理下石榴植株的生长状况不同。土壤中 NaCl 含量为 0~0.4% 时,石榴植株表现正常,各处理间无明显差异;NaCl 含量为 0.5%~0.6% 时,植株出现部分叶片黄化、枝条抽生速度变缓并枯萎、根系顶端褐化死亡现象。

2.2 不同 NaCl 处理对石榴植株 Na^+ 含量的影响

由表 1 可以看出,不同 NaCl 处理下石榴植株不同部位对 Na^+ 吸收积累程度不同。随着土壤中 NaCl 含量的增加,石榴植株枝、根的 Na^+ 含量呈增加趋势,均与对照差异显著。相同 NaCl 处理下石榴枝中 Na^+ 含量均高于根部,而同一枝、根部位韧皮部 Na^+ 含量高于木质部。

表 1 NaCl 胁迫下石榴植株不同部位的 Na^+ 含量 mg/L

NaCl 含量/%	枝		根	
	韧皮部	木质部	韧皮部	木质部
0 (CK)	0.61e	0.44c	0.41e	0.31e
0.2	0.80d	0.64b	0.63d	0.54d
0.3	0.84cd	0.87a	0.74c	0.59cd
0.4	0.91bc	0.90a	0.81c	0.64bc
0.5	0.94b	0.94a	0.94b	0.70b
0.6	1.20a	0.94a	1.04a	0.89a

注:同列不同字母表示差异显著 ($P < 0.05$),下同。

2.3 不同 NaCl 处理对石榴植株 K^+ 含量的影响

由表 2 可以看出,不同 NaCl 处理下石榴植株不同部位对 K^+ 吸收积累程度不同。随着土壤中 NaCl 含量的增加,石榴植株枝、根的 K^+ 含量呈先增加后降低趋势,NaCl 为 0.4% 时, K^+ 含量最高。相同 NaCl 处理下石榴枝中 K^+ 含量均高于根部,而同一枝、根部位韧皮部 K^+ 含量高于木质部 (NaCl 0.5%、0.6% 处理除外)。

表 2 NaCl 胁迫下石榴植株不同部位的 K^+ 含量 mg/L

NaCl 含量/%	枝		根	
	韧皮部	木质部	韧皮部	木质部
0 (CK)	0.79b	0.54e	0.49d	0.34d
0.2	1.00a	0.80bc	0.94c	0.59bc
0.3	1.19a	0.91ab	1.00b	0.60b
0.4	1.19a	0.94a	1.24a	0.84a
0.5	0.79b	0.69cd	0.59d	0.64b
0.6	0.69b	0.59de	0.49d	0.49c

2.4 不同 NaCl 处理对石榴植株 K^+/Na^+ 值的影响

由表 3 可知,低度盐胁迫 (NaCl 0~0.4%) 下 K^+/Na^+ 值较大;而高度盐胁迫 (NaCl 0.5%、0.6%) 下 K^+/Na^+ 值降低,且均小于 1,这类植株在生长上出现缺 K^+ 现象,最初植株生长势减弱,叶片

变小,出现缺绿斑点(老叶先出现缺绿症),叶尖与叶缘先枯黄,继而整叶枯焦卷缩,即发生缺钾赤枯病,叶片脱落,存活困难。

表 3 NaCl 胁迫下石榴植株不同部位的 K^+/Na^+ 值

NaCl 含量/%	枝		根	
	韧皮部	木质部	韧皮部	木质部
0(CK)	1.30	1.23	1.20	1.10
0.2	1.25	1.25	1.49	1.09
0.3	1.42	1.05	1.35	1.02
0.4	1.31	1.04	1.53	1.31
0.5	0.84	0.73	0.63	0.91
0.6	0.58	0.63	0.47	0.55

3 结论与讨论

盐胁迫对植物生长的危害主要包括渗透胁迫、离子毒害和矿质营养缺乏,这三方面都与盐胁迫下植株对离子的吸收有关。 K^+ 、 Na^+ 和 Cl^- 是盐胁迫下植物进行渗透调节的主要无机离子, Na^+ 和 Cl^- 的过量积累是盐胁迫引起植物生长下降的主要原因之一;盐胁迫下非盐生植物体内 Na^+ 积累的同时,常伴随着 K^+ 含量的下降,而 K^+ 是控制植物细胞膨压所必需的大量元素,其含量下降会导致植株生长迟缓^[8-20]。

本试验结果表明,随着土壤中 NaCl 含量的增加,石榴植株枝、根的 Na^+ 含量整体呈增加趋势; K^+ 含量呈先增加后降低趋势,NaCl 为 0.4% 时, K^+ 含量最高。相同 NaCl 处理下石榴枝中 Na^+ 、 K^+ 含量高于根部,而同一枝、根部位韧皮部 Na^+ 、 K^+ 含量高于木质部(NaCl 0.5%、0.6% 处理的 K^+ 含量除外)。低度盐胁迫(NaCl 0~0.4%)下 K^+/Na^+ 值较大;而高度盐胁迫(NaCl 0.5%、0.6%)下 K^+/Na^+ 值降低,且小于 1。牡丹花石榴可在含 0.4% NaCl 的土壤里生长良好,但 NaCl 超过 0.4% 时,其生长受到抑制,逐渐死亡,这与汪良驹等^[1]的研究结果一致。

参考文献:

[1] 汪良驹,马凯,姜卫兵,等. NaCl 胁迫下石榴和桃植株 Na^+ 和 K^+ 含量与耐盐性研究[J]. 园艺学报,1995,22(4):336-340.

[2] 王宝山,赵可夫,邹琦. 作物耐盐机理研究进展及提高植物抗盐性对策[J]. 植物学通讯,1997,14(增刊):25-30.

[3] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[4] 董德明,朱利中. 环境化学实验[M]. 北京:高等教育出版社,2002.

[5] 康春莉,徐自力,冯小凡. 环境化学实验[M]. 长春:吉林大学出版社,2000.

[6] 陆欣. 土壤肥料学[M]. 北京:中国农业大学出版社,2002.

[7] 王忠. 植物生理学[M]. 北京:中国农业出版社,2000.

[8] 王澍,朱春燕,俞晨玺,等. NaCl 对不同甜瓜品种植株中 K^+ 和 Na^+ 含量的影响[J]. 上海交通大学学报:农业科学版,2011,29(3):41-46.

[9] 王沙生,高荣孚,吴贯明. 植物生理学[M]. 2 版. 北京:中国林业出版社,1991.

[10] 潘瑞帆. 植物生理学[M]. 4 版. 北京:高等教育出版社,2001.

[11] 余叔文,汤章城. 植物生理与分子生物学[M]. 2 版. 北京:科学出版社,1999:752-769.

[12] 焦新之. 高等植物细胞膜的传递蛋白和与其有关的渗透调节作用[J]. 植物生理学通讯,1993,29(1):3-9.

[13] 张金凤,孙明高,夏阳,等. 盐胁迫对石榴和樱桃脯氨酸含量和硝酸还原酶活性及电导率的影响[J]. 山东农业大学学报:自然科学版,2004,35(2):164-168.

[14] 杨洪兵,杨世平. 外源有机酸对盐胁迫下荞麦幼苗抗氧化酶活性的影响[J]. 河南农业科学,2013,42(10):8-11.

[15] 王瑞苓,刘建祥,汪元超,等. 低盐浸种对高盐胁迫下华山松幼苗生长的影响[J]. 河南农业科学,2013,42(1):94-97.

[16] 张国新,张晓东,张亚丽. 盐胁迫下水稻种子发芽特性及耐盐性评价[J]. 现代农业科技,2007(14):108.

[17] 聂莉莉,张越,刘仲齐. 盐胁迫对柳树幼苗生长及生理特性的影响[J]. 天津农业科学,2010,16(3):20-23.

[18] 张一中,周福平,张晓娟,等. 盐胁迫对 3 个高粱保持系种子萌发及幼苗生长的影响[J]. 山西农业科学,2013,35(9):914-918.

[19] 李倩,刘景辉,武俊英,等. 盐胁迫对燕麦质膜透性及 Na^+ 、 K^+ 吸收的影响[J]. 华北农学报,2009,24(6):88-92.

[20] 姜伟,崔世茂,王勇,等. KNO_3 、 K_2SO_4 及其混盐胁迫对辣椒幼苗叶片 N、P、K 含量的影响[J]. 华北农学报,2012,27(5):218-223.