

骏枣和灰枣对 NaCl 胁迫适应性的比较研究

位 杰¹, 蒋 媛¹, 张 琦^{1,2}, 吴 翠 云^{1,2}, 王 合 理¹

(1. 塔里木大学 植物科学学院, 新疆 阿拉尔 843300; 2. 新疆生产建设兵团 塔里木盆地生物资源保护利用重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300)

摘 要:以 5 a 生骏枣和灰枣为试材, 研究了不同浓度 NaCl 胁迫处理对枣树叶片色素含量、可溶性糖含量、可溶性蛋白质含量、游离脯氨酸(Pro)含量、丙二醛(MDA)含量等生理指标的影响, 以期新疆盐渍化土壤栽培红枣及枣树耐盐育种提供理论依据。结果表明: 随 NaCl 浓度的升高, 骏枣和灰枣的叶绿素含量先增加后下降; 灰枣的可溶性糖含量随 NaCl 浓度的增高而增加, 骏枣可溶性糖含量随 NaCl 浓度的增高而减少; 灰枣和骏枣的丙二醛含量均随 NaCl 浓度的增高而增加; 骏枣的可溶性蛋白质含量随 NaCl 浓度的增高而增加, 灰枣的可溶性蛋白质含量随 NaCl 浓度的增高而下降; 灰枣和骏枣的游离脯氨酸含量均随 NaCl 浓度的增高而下降。综合分析表明, 灰枣的耐盐性大于骏枣。

关键词:骏枣; 灰枣; 生理指标; 耐盐性

中图分类号:S 665.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2013)24-0021-04

枣(*Zizyphus jujube* Mill.) 属鼠李科(Rhamnaceae) 枣属(*Zizyphus*) 落叶灌木或小乔木, 又名红枣、大枣、枣子, 枣树高可达 10 m, 是原产我国的特有果树, 在中国已有 8 000 多年的种植历史, 分布广泛^[1-3]。枣有重要的营养价值, 它富含蛋白质、脂肪、糖类、胡萝卜素、B 族维生素、维生素 C、维生素 P 以及钙、磷、铁和环磷酸腺苷等营养成分, 药用价值高, 深受人们的喜爱, 素有“营养保健丸”之称。其中维生素 C 的含量在果品中名列前茅, 有“维生素丸”之美称。枣树对地势和土壤的要求不很严格, 抗旱性极强, 耐粗放管理, 在生态环境恶劣的地区可作为生态经济树种^[4]。枣树结果早, 寿命长, 收益快, 具有重要的经济价值和生态价值^[5-6]。新疆具有优越的温度、光照、湿度等适宜的气候因素使得新疆红枣相比内地红枣着色更浓、颜色更鲜艳、含糖量更高、品质更好; 加之新疆广袤的土地面积, 适合发展大面积、集约化管理生产, 红枣产业在新疆得到了迅猛的发展, 对带动新疆地区经济增长, 尤其在带动农民增收上起到了重要作用。

盐渍是影响作物生长和产量的主要环境因子。新

疆是中国荒漠化大区, 也是中国最大的盐土区, 盐渍化面积达 1.10×10^7 hm², 约占全国盐渍土面积的 1/3, 新疆土地面积的 6.6%, 现有耕地 1/3 次生盐渍化, 土壤肥力低, 成为限制新疆红枣发展的主要问题之一。盐胁迫通过渗透胁迫、离子胁迫等严重影响着植物的光合作用、能量代谢、蛋白质合成等生理过程^[7-10], 这些不同生理过程的改变和库器官对碳源的竞争又可最终导致果树产量降低, 品质下降。因此, 研究盐渍化环境对红枣生理机制的影响可为提高红枣耐盐性、改良红枣品种、促进高产优质生产提供理论依据。但目前国内外对枣树耐盐生理特性的研究很少。该研究以新疆南疆主栽枣品种骏枣和灰枣为试材, 研究盐渍逆境胁迫下密植红枣生理特性的变化、新疆盐渍逆境胁迫对枣树生理特性的影响规律, 以期在实践上为新疆盐渍化土壤栽培红枣及枣耐盐育种提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

供试材料为新疆阿拉尔市塔里木大学园艺试验站矮化密植红枣园内 5 a 生骏枣和灰枣。

1.2 试验方法

2013 年 6 月 25 日通过田间随机多点采样测定土壤盐碱含量, 确定盐碱度比较均一的试验区域, 选取生长一致的骏枣和灰枣植株于 7 月 10 号进行盐胁迫处理。设 NaCl 处理浓度分别为: 0.2%、0.4%、0.6%, 以清水(0%)为对照。浇盐水前几天控制灌水, 以利于浇盐水后盐水能迅速扩散。每处理 3 次重复, 每重复 5 棵植株, 处理 10 d 后采样测定相关生理指标。采样时每处理取

第一作者简介:位杰(1987-), 男, 硕士研究生, 研究方向为果树栽培生理生态。E-mail: 627weijie@sina.com.

责任作者:王合理(1958-), 男, 教授, 硕士生导师, 现主要从事设施园艺及蔬菜栽培生理生态的教学与科研工作。E-mail: waheli@sina.com.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31260459); 新疆研究生科研创新资助项目(XJGRI2013153)。

收稿日期:2013-09-26

东、南、西、北 4 个方位的叶片,并分上、中、下 3 层,依次取枣吊上的第 3 片叶和第 4 片叶,每处理各采 60 片叶。

1.3 项目测定

光合色素含量以鲜重为单位,采用 80% 丙酮浸提法测定^[11];可溶性糖含量测定采用蒽酮硫酸法^[12];可溶性蛋白质含量测定采用考马斯亮蓝 G-250 染色法^[13];游离脯氨酸含量测定采用磺基水杨酸法^[14];丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸比色法^[15]。各项指标重复 3 次测定,取平均值。

1.4 数据分析

采用 Excel 和 DPS 7.05 软件对数据进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对红枣叶片叶绿素含量的影响

叶绿素含量是重要的植物生理性指标之一,其含量大小并不能直接反映植物抗盐性大小,但能表示植物在盐渍条件下光合作用的强弱,从而影响植物的生长^[16]。从图 1 可知,骏枣和灰枣叶片各自对照中叶绿素含量有所不同,分别为 2.130、2.460 mg/g。随 NaCl 胁迫加重,骏枣和灰枣叶片的叶绿素含量均表现出先增加后下降的趋势。在 NaCl 胁迫浓度为 0.2% 时,灰枣和骏枣叶片的叶绿素含量较对照略有上升,表明骏枣和灰枣对轻度盐胁迫有一定的应激能力,可通过增加叶片叶绿素含量以保证对光能的充分利用,增强体内的代谢活动。之后随 NaCl 胁迫浓度的升高,各处理的叶绿素含量逐渐下降,并且均低于对照。表明盐胁迫对叶绿体造成了一定的破坏,叶绿素合成减少。0.6% NaCl 胁迫下,灰枣叶

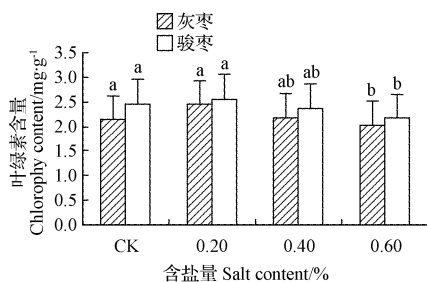


图 1 不同浓度 NaCl 胁迫下 2 个枣品种叶片叶绿素含量的变化

Fig. 1 The changes of chlorophyll contents in leaves of the 2 jujube varieties under NaCl stress of different concentration

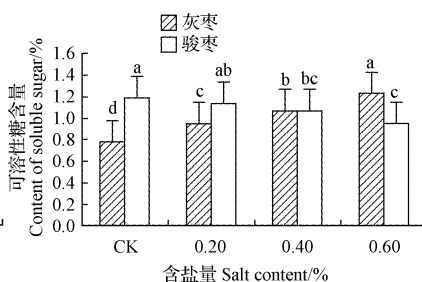


图 2 不同浓度 NaCl 胁迫下 2 个枣品种叶片的可溶性糖含量的变化

Fig. 2 The changes of soluble sugar contents in leaves of the 2 jujube varieties under NaCl stress of different concentration

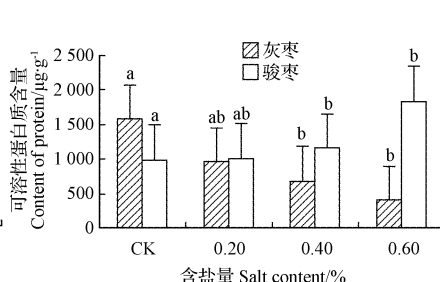


图 3 不同浓度 NaCl 胁迫下 2 个枣品种叶片的可溶性蛋白质含量的变化

Fig. 3 The changes of soluble protein contents in leaves of the 2 jujube varieties under NaCl stress of different concentration

由图 3 可知,灰枣和骏枣叶片中可溶性蛋白质含量随 NaCl 胁迫浓度的升高呈现完全相反的变化趋势,随 NaCl 浓度的升高,灰枣叶片中可溶性蛋白质含量逐渐下降,0.2% NaCl 处理的可溶性蛋白质与对照的差异不显著,0.4% 和 0.6% NaCl 胁迫处理的可溶性蛋白质与对照的差异显著($P < 0.05$);骏枣可溶性蛋白质含量逐渐增加,0.2% NaCl 处理的可溶性蛋白质与对照差异不显

片叶绿素含量与对照相比下降了 0.106 mg/g,二者间有显著差异($P < 0.05$);骏枣叶绿素含量与对照相比下降了 0.296 mg/g,二者间也有显著差异($P < 0.05$)。

2.2 盐胁迫对红枣叶片可溶性糖含量的影响

在逆境条件下,植物体内常常合成与积累一些有机渗透物质,如可溶性糖、脯氨酸、甜菜碱等,以降低细胞渗透势,来适应温度、盐分、干旱等不良逆境。可溶性糖是非盐生植物重要的有机渗透调节剂^[17],其主要作用是渗透保护、渗透调节、碳的贮存和自由基的清除^[18],对细胞膜和原生质体有稳定作用。由图 2 可知,与对照相比,随着 NaCl 浓度的升高,灰枣叶片中可溶性糖含量呈上升趋势,各处理均与对照达到显著差异($P < 0.05$),各处理间也有显著差异($P < 0.05$);骏枣叶片中可溶性糖含量呈下降趋势,0.2% NaCl 胁迫下与对照差异不显著,随 NaCl 浓度升高,骏枣叶片可溶性糖含量与对照差异显著($P < 0.05$)。说明在 NaCl 胁迫下,灰枣可通过增加叶片中可溶性糖含量来维持渗透平衡,具有一定的耐盐性,相比较而言,骏枣的耐盐性较弱。

2.3 盐胁迫对红枣叶片可溶性蛋白质含量的影响

可溶性蛋白质也是植物体内一种重要的渗透调节物质。通常认为在盐分胁迫下植物的可溶性蛋白质含量下降^[16],这可能是盐分胁迫下植物体内蛋白质合成受阻,分解加速,分解成各种氨基酸,尤其是脯氨酸,脯氨酸大量积累,从而降低叶片水势,减轻盐害伤害的程度。但也有研究发现,盐胁迫下植物的可溶性蛋白质含量上升^[19]。

著,0.4% 和 0.6% NaCl 处理的可溶性蛋白质与对照差异显著($P < 0.05$),说明可溶性蛋白质对提高骏枣的耐盐性起到了积极地作用,且随 NaCl 浓度的升高,可溶性蛋白对骏枣的调节作用也增强。NaCl 胁迫下,灰枣可溶性蛋白的合成受到抑制,渗透调节作用也随之下降。

2.4 盐胁迫对红枣叶片游离脯氨酸含量的影响

脯氨酸是植物体内的一种重要的有机渗透调节物

质,具有很高的水溶性,可以保护细胞膜系统,维持胞内酶的结构,减少细胞内蛋白质的降解,脯氨酸含量的增高能够降低植物叶片细胞的渗透势,防止细胞脱水^[7]。由图4可知,骏枣和灰枣叶片的游离脯氨酸含量各有所不同,灰枣叶片中的游离脯氨酸含量为410.83 $\mu\text{g/g}$,高于骏枣的。随NaCl胁迫浓度的增高,骏枣和灰枣叶片中游离脯氨酸含量与对照相比都出现不同程度的下降;0.2%和0.4% NaCl处理间差异不显著;在0.6% NaCl胁迫下,2个枣品种叶片的脯氨酸含量均与对照有显著差异($P<0.05$)。在整个处理过程中,灰枣叶片中脯氨酸含量均高于骏枣,表明灰枣的耐盐性高于骏枣。

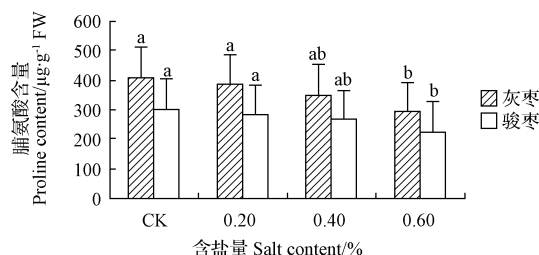


图4 不同浓度NaCl胁迫下2个枣品种叶片的脯氨酸含量的变化

Fig. 4 The changes of soluble proline contents in leaves of the 2 jujube varieties under NaCl stress of different concentration

2.5 盐胁迫对红枣叶片丙二醛含量的影响

丙二醛(MDA)是脂质过氧化的主要产物之一。它可与细胞膜上的蛋白质、酶等结合、交联使之失活,从而破坏生物膜的结构与功能,是对细胞有毒性的物质,对许多生物大分子均有破坏作用^[20],因此常以MDA作为判断膜脂过氧化作用的一种主要指标,用于表示细胞膜脂过氧化程度和植物对逆境条件反应的强弱。由图5可知,灰枣和骏枣内丙二醛含量随NaCl胁迫的加重而逐渐增加,表明细胞膜受到了一定的伤害。0.2%和0.4% NaCl胁迫处理间灰枣和骏枣叶片中丙二醛含量

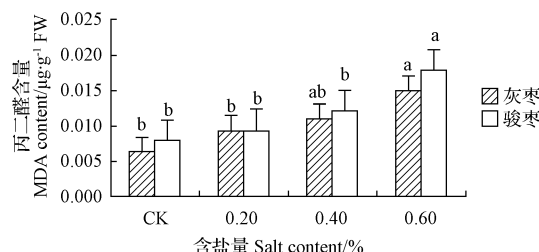


图5 不同浓度NaCl胁迫下2个枣品种叶片的丙二醛含量的变化

Fig. 5 The changes of MDA contents in leaves of the 2 jujube varieties under NaCl stress of different concentration

与各自对照差异不显著,0.6% NaCl处理下与对照差异显著($P<0.05$);说明随着NaCl浓度的升高,叶片细胞膜受伤害程度加重。在各浓度处理下,骏枣丙二醛含量均高于灰枣的,说明在同等盐浓度下骏枣叶片细胞膜受伤害程度大于灰枣,同时也表明了灰枣的耐盐性高于骏枣。

3 讨论与结论

盐胁迫会破坏植物叶片内的叶绿体,抑制叶绿素的合成或者促进叶绿素的分解^[21-22]。相关研究表明,随着土壤含盐量的升高,金丝小枣、酸枣受害程度加重,叶绿素含量降低并与土壤含盐量密切相关^[23]。该研究表明,盐胁迫下,骏枣和灰枣叶片中叶绿素含量随NaCl胁迫的加重先上升后下降,这可能是骏枣和灰枣通过提高叶片光合色素含量来缓解轻度盐胁迫,但盐胁迫程度加重时,二者的这种缓解能力有所下降。

盐胁迫下果树可溶性糖含量增加是一个普遍现象^[24],可溶性糖大量积累,可以提高细胞液浓度,维持正常的细胞膨压,防止原生质过度失水,增强植物的抗逆适应性。该研究表明,随着NaCl浓度的升高,灰枣叶片中可溶性糖含量逐渐增加。而骏枣叶片中可溶性糖含量却随NaCl浓度的升高逐渐下降,这与姜卫兵等^[25]的研究相一致,说明盐胁迫下可溶性糖含量的变化与植物种类、品种有关。因此,可溶性糖含量作为果树耐盐性鉴定指标还有待进一步研究。

NaCl胁迫下,骏枣叶片中可溶性蛋白质含量随NaCl浓度的升高而增加,说明可溶性蛋白质对骏枣起到了很好的渗透调节作用,提高了细胞膜和原生质体的稳定性,增强了骏枣的抗逆性。灰枣叶片中可溶性蛋白质含量随NaCl浓度的升高迅速下降,这与王宗山等^[26]的研究相一致,这可能是可溶性蛋白质分解为各种氨基酸,尤其是与脯氨酸的积累有关。

果树在盐渍条件下都会发生游离脯氨酸的积累,且游离脯氨酸的积累有利于果树耐盐性的提高^[24]。闫艳霞等^[27]比较了“沾化冬枣”、“陕抗1号”枣、“扁核酸枣”和“七月鲜”枣的耐盐性,结果表明4个枣品种的脯氨酸含量均随盐浓度的升高而增加。该研究表明,骏枣和灰枣叶片中脯氨酸含量随NaCl浓度的升高而逐渐下降,这可能是因品种不同而异。

MDA积累越多表明组织的保护能力越弱。曹尚银等^[28]通过研究不同枣品种的耐盐性指出,丙二醛含量随着盐浓度的升高而增加。该研究表明,灰枣和骏枣叶片中丙二醛含量随NaCl浓度的升高而逐渐增加,表明细胞膜受到了一定的伤害,且骏枣受伤害程度大于灰枣,表明灰枣较骏枣耐盐。

综合各指标分析表明,骏枣和灰枣对NaCl胁迫均有一定的适应性,相比较而言,灰枣的耐盐性高于骏枣。

同时也说明,在新疆盐渍化地区,可以以灰枣作为经济林树种进行推广种植。

参考文献

- [1] 曲泽洲,王永惠. 中国果树志·枣卷[M]. 北京:中国林业出版社, 1993.
- [2] 孙世宗,冯宝春,陈学森. 枣的起源演化及生物技术育种研究进展[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2006, 37(2): 306-308.
- [3] 刘孟军. 枣属植物分类学研究进展[J]. 园艺学报, 1999, 26(5): 302-308.
- [4] 闫友文. 阿克苏地区红枣产业发展与对策[D]. 武汉:华中农业大学, 2012.
- [5] 白瑞霞,彭建营. 我国枣生物技术研究进展[J]. 植物遗传资源学报, 2006(3): 363-367.
- [6] 周莉蓉,翟惠玲. 加强新疆红枣流通的合理化建议[J]. 果树花卉, 2007(11): 40-42.
- [7] 王东明,贾媛,崔继哲. 盐胁迫对植物的影响及植物盐适应性研究进展[J]. 中国农学通报, 2009, 25(4): 124-128.
- [8] 朱新广,张其德. NaCl 对光合作用影响的研究进展[J]. 植物学报, 1999, 16(4): 332-338.
- [9] 赵秀娟,韩雅楠,蔡禄. 盐胁迫对植物生理生化特性的影响[J]. 湖北农业科学, 2011, 50(19): 3897-3899.
- [10] 杨少辉,季静,王罡,等. 盐胁迫对植物影响的研究进展[J]. 分子植物育种, 2006, 4(3): 139-142.
- [11] 李得孝,郭月霞,员海燕,等. 玉米叶绿素含量测定方法研究[J]. 中国农学通报, 2005, 21(6): 153-155.
- [12] 王学奎. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2006: 202-204.
- [13] 高俊凤. 植物生理学实验技术[M]. 西安:世界图书出版社, 2000: 192-193.
- [14] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2000: 258-260.
- [15] 赵世杰,李德全. 现代植物生理学试验指南[M]. 北京:科技出版社, 1999: 305-306.
- [16] 汪贵斌,曹福亮. 盐胁迫对落羽杉生理及生长的影响[J]. 南京林业大学学报(自然科学版), 2003, 27(3): 11-14.
- [17] Parida A K, Das A B. Effects of NaCl stress on nitrogen and Phosphorous metabolism in a true mangrove *Bruguiera parviflora* grown under hydroponic culture[J]. Journal of Plant Physiology, 2004, 161(8): 921-928.
- [18] Parida A K, Das A B. Salt tolerance and salinity effects on plants[J]. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2005(60): 324-349.
- [19] 陈耀锋,贺普超,廖祥儒,等. 同基因型葡萄愈伤组织脯氨酸累积变异的抗盐性研究[J]. 农业生物技术学报, 1997, 5(1): 58-63.
- [20] 蒋明义,郭绍川. 水分亏缺诱导的氧化胁迫和植物的抗氧化作用[J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(2): 144-150.
- [21] 庄伟伟,李进,曹满航,等. 盐旱交叉胁迫对银沙槐幼苗生理生化特性的影响[J]. 武汉植物学研究, 2010, 28(6): 730-736.
- [22] 吕廷良,孙明高,宋尚文,等. 盐、旱及其交叉胁迫对紫荆幼苗净光合速率及其叶绿素含量的影响[J]. 山东农业大学学报(自然科学版), 2010, 41(2): 191-195.
- [23] 李伟强,张秀梅,刘小京. 金丝小枣与酸枣的耐盐性研究[J]. 农业系统科学与综合研究, 2003, 19(4): 290-293.
- [24] 郑丽锦,张学英,葛会波,等. 果树盐胁迫生理生化特性的研究进展[J]. 河北农业大学学报, 2003, 26(增刊): 41-44.
- [25] 姜卫兵,马凯,朱建华. 多效唑提高草莓耐盐性的效应[J]. 江苏农业学报, 1992, 8(4): 13-17.
- [26] 王宝山,姚敦义. 盐胁迫对沙枣愈伤组织膜透性、膜脂过氧化和 SOD 活性的影响[J]. 河北农业大学学报, 1993, 16(3): 20-24.
- [27] 闫艳霞,王玉魁,张东. 不同枣品种对 NaCl 胁迫的适应性研究[J]. 河南农业大学学报, 2008, 42(4): 398-401.
- [28] 曹尚银,沈程清,张玲,等. 枣不同品种的耐盐性[J]. 经济林研究, 2008, 26(3): 29-33.

Comparative Study on Physiological Adaptability of Junzao Jujube and Huizao Jujube Under NaCl Stress

WEI Jie¹, JIANG Yuan¹, ZHANG Qi^{1,2}, WU Cui-yun^{1,2}, WANG He-li¹

(1. College of Plant Science, Tarim University, Alar, Xinjiang 843300; 2. Key Laboratory of Protection and Utilization of Biological Resources in Tarim Basin, Xinjiang Production and Construction Corps, Alar, Xinjiang 843300)

Abstract: With five years *Ziziphus jujubea* cv. Huizao and *Ziziphus jujubea* cv. Junzao as test materials, several physiological indices, such as chlorophyll contents, soluble sugar contents, soluble protein contents, proline contents and malondialdehyde(MDA) contents of leaves under different concentration of salt stress simulated by NaCl were studied, in order to provide theoretical basis for cultivating jujube in salinity soil and breeding for salinity tolerance jujube in Xinjiang. The results showed that with the increase of salt concentration, the chlorophyll contents increased initially and then decreased; the soluble sugar contents of Huizao increased gradually while Junzao decreased gradually; the MDA contents of Junzao and Huizao increased gradually; the soluble protein contents of Junzao increased gradually while Huizao decreased gradually; the proline contents of Junzao and huizao decreased gradually. Comprehensive analysis showed that Huizao showed better in salt-tolerance ability than Junzao.

Key words: *Ziziphus jujubea* cv. Huizao; *Ziziphus jujubea* cv. Junzao; physiological indices; salt tolerance