

NaCl 胁迫对鱼腥草光合作用的影响

吕金海^{1,2}, 舒孝顺³, 刘 鹏², 周 芳²

(1. 怀化学院 民族药用植物资源研究与利用湖南省重点实验室, 湖南 怀化 418008; 2. 怀化学院 生命科学系, 湖南 怀化 418008;

3. 长沙理工大学 化学与生物工程学院, 湖南 长沙 410076)

摘 要:以四川峨眉产和湖南怀化产鱼腥草为试材,研究了不同浓度 NaCl(0、0.10、0.15、0.20 和 0.25 mol/L)胁迫下鱼腥草的光合特性变化。结果表明:随 NaCl 浓度的升高不同产地鱼腥草的光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度等生理指标均呈现下降的趋势,说明 NaCl 胁迫抑制了 2 个居群鱼腥草的生长和光合作用。当 NaCl 浓度大于 0.20 mol/L 时,湖南怀化产湘白鱼腥草的光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度均有上升的趋势。说明湘白鱼腥草能进行自身调节提高光合作用从而提高其对盐胁迫的适应性。

关键词:NaCl 胁迫;峨眉蕺菜;湘白鱼腥草;光合作用

中图分类号:S 567.23⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)05-0176-03

鱼腥草(*Houttuynia cordata* Thunb)属三白草科蕺菜属植物,是药食兼用、深受人们喜爱的绿色食品。鱼腥草适应性强、垂直和水平分布都很广,在我国中部、东南及西南部各省区海拔 300~2 600 m 的山坡潮湿林下、路旁、田埂及沟边等均有分布^[1]。峨嵋蕺菜(*Houttuynia emeiensis*)是三白草科蕺菜属的 1 个新种,因发现于峨嵋山而得名^[2]。湘白鱼腥草由怀化学院选育而成。

土壤的盐害是阻碍植物生长和减少农业产量的主要原因。植物的抗盐性是一种综合表现性状,不同植物由于其耐盐方式和耐盐机理的不同,其组织或细胞内的生理代谢和生化变化也不同,所以对鱼腥草抗盐性生理指标的研究具有重要意义^[3]。

1 材料与方法

1.1 试验材料

峨眉蕺菜(HTE)和湘白鱼腥草(HTH)草 2 个品种共 50 盆在怀化学院生命科学系植物园试验基地进行盆栽。该试验基地位于湖南西部的怀化市,地理位置跨北纬 25°52'22"~29°01'35",东经 108°47'13"~111°06'30"。全年气温正常偏高,全市年平均气温在 17.1~17.7℃,雨水充足,年降雨量为 1 027.6~1 701.3 mm,全市年日照时数为 962.0~1 452.1 h,属中亚热带季风性湿润气候。

1.2 试验方法

每盆用土 5.5 kg,pH 6.7、速效氮 127.0 mg/kg、速效

磷 89.5 mg/kg、速效钾 137.0 mg/kg、有机质 21.9 mg/kg。栽培用的塑料盆上口径为 22 cm、底部直径 15 cm、高 20 cm。常规水肥管理。栽培 50 盆,每个居群 25 盆。

2009、2010 年春季以盆栽的方式将鱼腥草种植于怀化学院生物园,同年 9 月鱼腥草长至旺盛时期,从湘白鱼腥草和峨嵋蕺菜 2 个居群中每个居群各选取 15 盆长势一致的鱼腥草分别用 0、0.10、0.15、0.20、0.25 mol/L NaCl 处理,每天每盆浇 150 mL 不同浓度的 NaCl 溶液,连续 5 d。盐胁迫处理后在人工光源下光诱导 1 h,再在 1 200 lx 固定光强下进行光合作用测定。选从上而下第 3 片叶进行自然光照条件下的光合作用测定,每个居群各取 5~7 片叶,然后取进行光合作用测定的叶片测定叶绿素含量。

1.3 项目测定

光合速率、蒸腾速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度等指标测定采用 Li-6400 便携式光合作用测定仪(美国)参照贺安娜^[4]的方法;叶绿素含量的测定采用张志良^[5]的方法。

2 结果与分析

2.1 NaCl 胁迫对光合速率的影响

由图 1 可知,在低盐 0~0.10 mol/L 胁迫下,峨眉蕺菜的光合速率缓慢上升。0.10~0.15 mol/L 之间光合速率直线下降,0.15~0.20 mol/L 之间光合速率缓慢上升,0.20~0.25 mol/L 之间光合速率直线下降。而湘白鱼腥草是在 0~0.10 mol/L 几乎不变,只是在 0.10~0.20 mol/L 光合速率呈直线下降趋势。浓度在 0.20~0.25 mol/L 之间再次上升。

第一作者简介:吕金海(1968-),男,本科,教授,现主要从事资源植物开发与利用研究所。

收稿日期:2011-11-30

2.2 NaCl 胁迫对气孔导度的影响

由图 2 可知,NaCl 浓度在 0~0.10 mol/L 之间时,湘白鱼腥草与峨眉蕺菜的气孔导度都缓慢上升,说明在此浓度的 NaCl 能够促进鱼腥草的气孔导度从而能促进其光合作用。在 0.10~0.15 mol/L 之间 2 个品种都急剧下降,可见在此浓度间 NaCl 随浓度的增加对鱼腥草的光合作用的抑制作用越强。在 0.15~0.20 mol/L 之间湘白鱼腥草持续下降达到最低值,气孔导度仅为 $0.042 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$,而峨眉蕺菜经过自身调节后其气孔导度呈缓慢上升趋势。在 0.20~0.25 mol/L 之间湘白鱼腥草呈现上升趋势,而峨眉蕺菜却持续下降,说明该段的 NaCl 浓度对峨眉蕺菜已造成生理伤害。

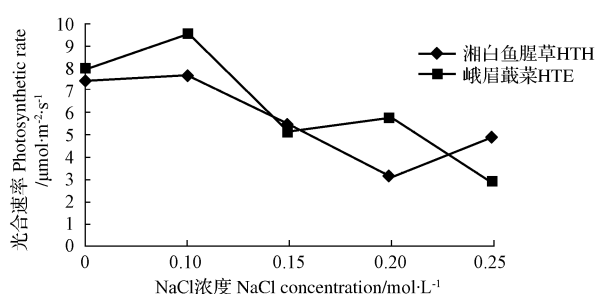


图 1 NaCl 胁迫对鱼腥草光合速率的影响

Fig. 1 Effects of NaCl stress on photosynthetic rate of *Houttuynia cordata* Thunb

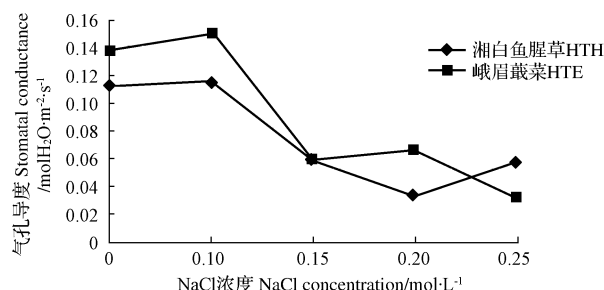


图 2 NaCl 胁迫对鱼腥草气孔导度的影响

Fig. 2 Effects of NaCl stress on stomatal conductance of *Houttuynia cordata* Thunb

2.3 NaCl 胁迫对胞间 CO₂ 浓度的影响

由图 3 可知,NaCl 在 0~0.20 mol/L 对 2 个品种略呈缓慢下降趋势,说明在此浓度区间的 NaCl 对鱼腥草的胞间 CO₂ 浓度基本没什么影响。在 0.20~0.25 mol/L 之间 2 个品种呈现上升趋势,但不显著,可见在 NaCl 浓度高一点时 2 个品种的光合作用略有提高,说明在 NaCl 的浓度为 0.20~0.25 mol/L 时能促进鱼腥草的光合作用。从图 3 可知,NaCl 的浓度变化对湘白鱼腥草与峨眉蕺菜的胞间 CO₂ 浓度的影响不明显。

2.4 NaCl 胁迫对蒸腾速率的影响

由图 4 可知,浓度在 0~0.10 mol/L 时湘白鱼腥草

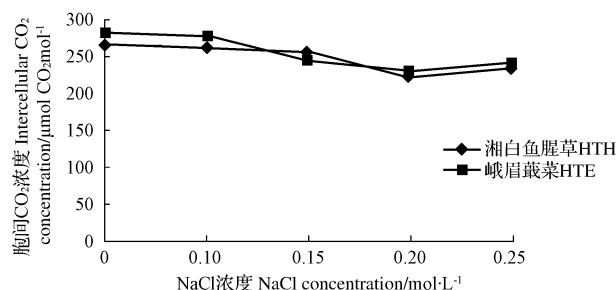


图 3 NaCl 胁迫对鱼腥草胞间 CO₂ 浓度的影响

Fig. 3 Effects of NaCl stress on intercellular CO₂ concentration of *Houttuynia cordata* Thunb

与峨眉蕺菜的蒸腾速率都缓慢上升,在 0.10~0.15 mol/L 之间 2 个品种都急剧下降,在 0.15~0.20 mol/L 湘白鱼腥草持续下降达到最低值,而峨眉蕺菜呈现上升趋势。在 0.20~0.25 mol/L 湘白鱼腥草呈现上升趋势,而峨眉蕺菜下降达到最低值。

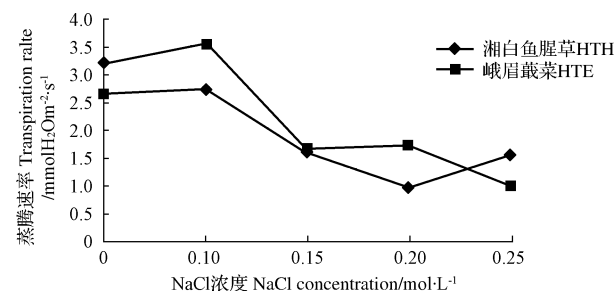


图 4 NaCl 胁迫对鱼腥草蒸腾速率的影响

Fig. 4 Effects of NaCl stress on transpiration rate of *Houttuynia cordata* Thunb

2.5 NaCl 胁迫对叶绿素总含量的影响

由图 5 可知,在 NaCl 浓度为 0~0.25 mol/L 时,峨眉蕺菜的叶绿素总含量下降,湘白鱼腥草叶绿素含量升高。二者在 0.10~0.15 mol/L 时叶绿素含量基本不变,处在一个稳定期,随后分别表现出上升或下降的变化,说明经过一段时间调整后,峨眉蕺菜和湘白鱼腥草对 NaCl 胁迫作出了不同的反应。

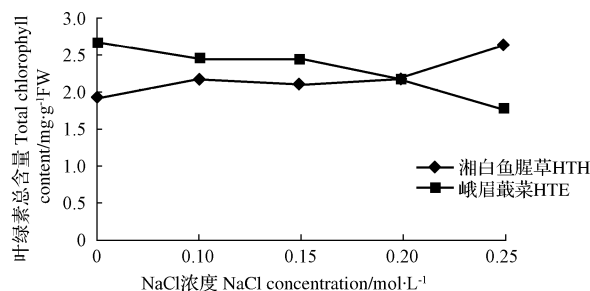


图 5 NaCl 胁迫对鱼腥草叶绿素总含量的影响

Fig. 5 Effects of NaCl stress on total chlorophyll content of *Houttuynia cordata* Thunb

3 结论与讨论

NaCl 胁迫浓度较低时,峨眉蕺菜光合速率略有升高,这是峨眉蕺菜对低盐胁迫的适应,湘白鱼腥草对低盐胁迫的适应较差。随着盐浓度的增大,峨眉蕺菜和湘白鱼腥草的净光合速率逐渐降低,但由于不同品种耐盐能力间的差异,其下降的幅度不同,峨眉蕺菜下降的幅度比湘白鱼腥草大,这同时也表明湘白鱼腥草耐盐能力强于峨眉蕺菜。

导致光合速率降低的因素包括气孔限制和非气孔限制^[6],只有当胞间 CO₂ 浓度降低和气孔导度减小时,才可以得出光合速率降低是由于气孔限制所引起的结论。相反,如果光合速率的降低伴随着胞间 CO₂ 浓度的提高,那么光合作用的主要限制因素肯定是非气孔因素,即叶肉细胞的光合活性降低所引起的^[7]。从该试验结果看,光合速率、气孔导度、胞间 CO₂ 浓度和蒸腾速率在 NaCl 胁迫下反应完全一致,它们共同限制着同化速率^[8-9]。从此可以断定 NaCl 胁迫浓度在 0~0.25 mol/L 时,导致光合速率降低的因素主要是气孔限制。蒸腾速率的下降是植物的一种自我保护反应,使根系吸收的水分减少,也减少对有毒离子的吸收^[6-7]。这与 Ball M C 和 Farquhar P 的研究结果一致。

叶绿体是光合作用最重要的细胞器,而光合色素则是光能吸收、电子传递最重要的组成部分。因此,叶绿素含量的变化也能反映盐胁迫对植物的伤害程度。盐胁迫对光合色素含量的影响因不同植物,不同处理时期以及不同的处理浓度而不尽相同。对黄瓜^[10]、小麦^[11]、玉米^[12]、高粱^[13] 研究结果表明,叶绿素含量均呈不同程

度的降低。从试验结果看,盐胁迫导致湘白鱼腥草叶片叶绿素含量下降,使植物减少了对光能的捕获从而影响光合作用。而峨眉蕺菜一直呈上升趋势这可能与不同植物的耐盐机制不同有关。

参考文献

- [1] 陈焕镛. 海南植物志[M]. 北京:科学出版社,1964:338.
- [2] 祝正银,张士良. 峨嵋山蕺菜属药用植物一新种[J]. 植物研究,2001,21(1):1-2.
- [3] 孟庆英,张必弦,张海玲,等. NaCl 胁迫下番茄若干生理指标的变化[J]. 北方园艺,2008(11):30-33.
- [4] 贺安娜,吴厚雄,蒋向辉,等. 超高产杂交稻组合 C 两优 H255 叶片光合速率及影响因素的分析[J]. 安徽农业科学,2008(23):9856-9857.
- [5] 张志良. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,1990:88-92.
- [6] 林植芳,李双顺,林桂珠. 衰老叶片和叶绿体中 H₂O₂ 的积累与膜脂过氧化物的关系[J]. 植物生理学报,1988,14(1):12-16.
- [7] 王以柔,曾韶西,李晓萍. 低温诱导水稻幼苗的光氧化伤害[J]. 植物生理学报,1990,16(2):102-108.
- [8] 张恩平,张淑红,司龙亭,等. NaCl 胁迫对黄瓜幼苗子叶膜脂过氧化的影响[J]. 沈阳农业大学学报,2001,32(6):446-448.
- [9] 王爱国,罗广华. 植物的超氧自由基与羟胺反应的定量关系[J]. 植物生理学通讯,1990,26(2):55-57.
- [10] 朱祝军,喻景权,Gerendas J,等. 氮素形态和光照强度对烟草的生长和 H₂O₂ 清除酶活性的影响[J]. 植物营养与肥料学报,1998,4(4):379-385.
- [11] Giannopolitis C N, Ries S K. Superoxide dismutase I. occurrence in higher plants [J]. Plant Physiology, 1977, 59: 309-314.
- [12] 杨广东,朱祝军,计玉妹. 不同光强和缺镁胁迫对黄瓜叶片叶绿素荧光特性和活性氧产生的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2002,8(1):115-118.
- [13] 吕庆,郑荣梁. 干旱及活性氧引起小麦膜脂过氧化与脱酯化[J]. 中国科学(C 辑),1996,26(1):26-30.

Effects of NaCl Stress on Photosynthesis of *Houttuynia cordata* Thunb

LV Jin-hai^{1,2}, SHU Xiao-shun³, LIU Peng², ZHOU Fang²

(1. Key Laboratory of Hunan Province for Study and Utilization of Ethnic Medicinal Plant Resources, Huaihua University, Huaihua, Hunan 418008; 2. Department of Life Science, Huaihua University, Huaihua, Hunan 418008; 3. College of Chemistry and Biology, Changsha University of Science and Technology, Changsha, Hunan 410076)

Abstract: The effects of different concentrations of NaCl (0, 0.10, 0.15, 0.20 and 0.25 mol/L) on plant growth, photosynthetic characteristics of different *Houttuynia cordata* Thunb from Emei, Sichuan province (HTE) and Huaihua county, Hunan province (HTH) were studied. The results showed that with increasing NaCl concentration, the net photosynthetic rate (Pn), transpiration rate (Tr), stomatal conductance (Cs) and intercellular CO₂ concentration (Ci) decreased significantly. It was indicated that the growth and photosynthesis of the HTE and the HTH were inhibited under NaCl stress. However, when the concentrations of NaCl increased 0.25 mol/L, the net photosynthetic rate (Pn), transpiration rate (Tr), stomatal conductance (Cs) and intercellular CO₂ concentration (Ci) of the HTH increased, the results indicated that the HTH adjusted themselves to improve photosynthesis and adapt to salt stress.

Key words: NaCl stress; *Houttuynia* from Emei; *Houttuynia* from Huaihua; photosynthesis