

盐胁迫对车轴草叶绿素含量及光合特性的影响

崔兴国

(衡水学院 生命科学系, 河北 衡水 053000)

摘要:采用不同浓度的 NaCl(0、50、100、250、400 mmol·L⁻¹)胁迫处理白车轴草 20 d, 分别测定其光合生理指标和叶绿素含量。结果表明:在不同浓度 NaCl 胁迫下, 白车轴草叶片中叶绿素含量总体呈降低趋势, 其中叶绿素 b 含量降低更明显, 表现为叶绿素 a/b 的比值增大; 叶片净光合速率、蒸腾速率、气孔导度等生理指标随 NaCl 胁迫浓度增大呈下降趋势; 胞间二氧化碳浓度在 NaCl 浓度为 50、100、250 mmol·L⁻¹ 时下降, 400 mmol·L⁻¹ 表现为升高。

关键词:白车轴草; NaCl 胁迫; 叶绿素含量; 光合性能

中图分类号:S688.4

文献标识码:A

文章编号:1002-2767(2011)04-0078-02

土壤盐渍化是影响植物生长最主要的非生物胁迫之一, 我国的盐渍土地面积较大, 北方盐碱化土地有害盐分主要以 Na⁺、HCO₃⁻、CO₃²⁻、Cl⁻ 为主, 盐胁迫会对植物的生长、分化和发育产生显著影响, 并引起多种生理生化反应^[1]。光合作用是绿色植物最重要的生理代谢之一, 研究盐胁迫对光合作用的影响, 阐明植物的抗盐机理非常必要。车轴草又名三叶草属于豆科车轴草属(*Trifolium*), 是多年生草本植物, 是优良的豆科牧草, 能与根瘤菌进行共生固氮, 又是一种重要的绿肥植物, 其种子具有出苗快、侵占性强、成坪快、适应性强、特别是绿期长等特点, 是优质的城市绿化草坪用草及果园套种绿肥植物, 具有较高的经济价值和生态价值。目前, 对其研究多集中在栽培技术方面, 对其抗性特别是抗盐性能的研究报道很少。现选用白车轴草作为试验材料, 以叶片中叶绿素含量和气孔导度、光合速率、蒸腾速率等作为检测指标, 通过研究不同浓度氯化钠溶液对白车轴草光合作用的影响, 探讨白车轴草的抗盐能力, 为提高白车轴草的生物产量及植物逆境生理研究提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

供试材料为白车轴草(*Trifolium repens* Linn), 取自衡水学院校园白车轴草草坪。NaCl

为分析纯。

1.2 试验设计

以 NaCl 为胁迫剂, 设计 NaCl 溶液配制浓度为 50、100、250、400 mmol·L⁻¹, 对照组为正常浇水处理, 每组处理 3 次重复。为防止出现高浓度盐对植物的盐冲击现象, 逐渐加大 NaCl 浓度, 每日递增 50 mmol·L⁻¹, 直到达到最终浓度, 之后每 3 d 浇灌 1 次, 盐胁迫处理 20 d 后测定各项生理生化指标。

1.3 测定项目与方法

1.3.1 光合性能测定 每种处理选 3 株, 每株选取生长状况基本相同的 3 片叶子测定。选择晴天少云天气进行光合指标测定, 时间在 10:00~11:00, 光照强度约为 750 μmol·m⁻²·s⁻¹, 使用 TPS-1 便携式光合作用测定系统分别测定各处理白车轴草叶片的净光合速率(Pn)、蒸腾速率(Tr)、胞间 CO₂ 浓度(Ci)和气孔导度(Gs)。所得数据采用 Excel 2003 软件处理。

1.3.2 叶绿素含量的测定 电子天平称取不同处理植株的叶片 0.1 g, 剪碎放入盛有 10 mL 提取液(丙酮:无水乙醇:去离子水=4.5:4.5:1.0)清洁的刻度试管内, 加盖置于黑暗条件 3 d 浸提至组织变白。采用 TU-1091 型双光束紫外分光光度计于 663 nm 和 645 nm 波长下测定吸光度值, 根据公式计算出叶绿素 a 含量、叶绿素 b 含量和叶绿素总含量^[2]。

2 结果与分析

2.1 不同浓度 NaCl 胁迫对白车轴草光合特性的影响

由表 1 可知, 50 mmol·L⁻¹ NaCl 处理对白车

收稿日期:2011-01-11

基金项目:河北省科技支撑计划资助项目(01220129)

作者简介:崔兴国(1963-), 女, 河北省冀州市人, 学士, 副教授, 从事植物生理学方面研究。E-mail: cuixg2005@126.com。

轴草幼苗的净光合速率基本没有影响,随着 NaCl 处理浓度的升高,白车轴草的光合速率逐渐降低,400 mmol·L⁻¹ NaCl 处理下净光合速率为对照的 22.82%;中、低浓度 NaCl(250 mmol·L⁻¹ 以下)胁

迫下胞间 CO₂ 浓度降低,高浓度 NaCl(400 mmol·L⁻¹) 胁迫下 CO₂ 浓度反而升高,并与对照差异显著,这一研究结果与时丽冉对地被菊的研究测定结果一致^[3]。

表 1 不同浓度盐胁迫对白车轴草光合特性的影响

NaCl 浓度 /mmol·L ⁻¹	蒸腾速率 H ₂ O /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	气孔导度 H ₂ O /mmol·m ⁻² ·s ⁻¹	胞间 CO ₂ 浓度 /μL·L ⁻¹	净光合速率 CO ₂ /μmol·m ⁻² ·s ⁻¹	与 CK 比/%
0(CK)	2.82	93	293	6.40	
50	2.28	89	253	5.82	-9.06
100	1.65	41	225	4.20	-34.37
250	0.97	23	189	2.83	-40.15
400	0.21	19	374	0.21	-67.18

注:表中数据为平均值。数据采用 Excel 2003 软件进行处理、统计分析。下同。

2.2 NaCl 处理对白车轴草叶绿素含量的影响

由表 2 可知,在不同盐胁迫下随着 NaCl 浓度增大,白车轴草叶片中叶绿素含量、叶绿素 a、叶绿素 b 含量均呈下降趋势。其中叶绿素 a 比叶绿素 b 降低幅度小,因而导致叶绿素 a/b 比值升高。对照的叶绿素含量为 2.41 mg·g⁻¹ FW,盐胁

迫处理的叶绿素含量分别比对照降低了 2.74%、23.19%、37.76%、42.90%。其中叶绿素 a 下降幅度为 7.52%、44.62%、39.24%、65.00%,叶绿素 b 下降幅度为 4.61%、29.23%、44.07%、52.31%,因此表现为叶绿素 a 与叶绿素 b 比值上升。

表 2 不同浓度盐胁迫对白车轴草幼苗叶绿素含量的影响

NaCl 浓度 /mmol·L ⁻¹	Chla /mg·g ⁻¹ FW	Chlb /mg·g ⁻¹ FW	总 Chl /mg·g ⁻¹ FW	与 CK 比/%	Chla/Chlb
0(CK)	1.86	0.65	2.41		2.86
50	1.72	0.62	2.35	-2.74	2.78
100	1.39	0.46	1.85	23.19	3.02
250	1.13	0.37	1.50	-37.76	3.05
400	0.97	0.31	1.28	-42.90	3.11

3 结论与讨论

一般认为 NaCl 不仅是一个胁迫因子,而且是造成盐害的主要因素。近年来的试验研究表明,Na⁺ 和 Cl⁻ 是植物生长的必需元素,即植物生长需要一定量的 NaCl,只是高浓度的 NaCl 对植物有害。植物光合作用是植物生产过程中物质积累与生理代谢的基本过程,也是分析环境因素影响植物生长和代谢的重要手段。在一定光照强度下,植物的净光合速率受不同生理因素的影响,尤其叶片的气孔导度与光合速率关系密切,气孔开度大,进入植物体内的 CO₂ 量多,对提高光合速率作用明显。该试验表明,低于 250 mmol·L⁻¹ 的 NaCl 胁迫引起白车轴草叶片胞间 CO₂ 浓度逐渐降低,主要是因为气孔导度的降低,减少了 CO₂ 的进入,造成 CO₂ 供应不足引起光合速率降低。较高浓度的 NaCl(400 mmol·L⁻¹ 以上)胞间 CO₂ 浓度反而升高,甚至高于对照,而此时气孔导度低、光合速率也低,说明导致光合速率降低的主要限

制因素是非气孔因素,资料显示光合酶活性降低、叶片光合结构破坏、光合放氧能力降低等,均有可能导致非气孔限制,使植物的光合速率下降^[5]。

叶绿素是植物进行光合作用的基本色素,其变化直接影响植物光合作用的进行,叶绿素在叶绿体类囊体膜上以色素蛋白复合体状态存在,正常情况下,叶绿素 a/b 约为 3:1,在盐胁迫下细胞内离子的种类和含量发生了改变,叶绿体色素中的叶绿素与光合膜上蛋白质的非共价结合受到影响变得松弛,使叶绿素容易受到破坏,加上体内叶绿素酶(Chlase)活性增强,其作用是降解叶绿素,而且对叶绿素 b 的降解作用大,对叶绿素 a 影响较小,从而导致植物叶片叶绿素含量的降低,叶绿素 a/b 的比值增大^[6]。从试验结果可以初步判定,白车轴草能够通过降低气孔导度降低蒸腾的方式来积极抵抗盐胁迫带来的不利影响,具有一定的抗盐害能力,适于在盐渍程度较轻的土壤里种植推广。

(下转第 86 页)

的壁面绿化,才能在供地日益紧张的城市为人类开辟更多、更美好的生活环境。

参考文献:

- [1] 孟丽,张顺英.发展墙面绿化,改善城市环境[J].河南科技,1994(4):14.
- [2] Suzuki H,Kojima T,Shimada S,et al. The trend and tasks of the technology development on the wall greening[J]. Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology,2005,31(2):247-259.
- [3] 杜元军,周家娜,邴兆珍.墙面绿化及其对城市生态环境的影响[J].中国林副特产,2008(6):93-94.
- [4] 刘希武,刘春强,张佑.节能减排之墙面绿化[J].建筑节能,2010(2):57-58.
- [5] 李有,施琪.住宅侧墙绿化的降温增湿效应研究[J].气象与环境科学,2007,30(1):21-23.
- [6] Yamasaki M,Mizutani A,Ohsawa T. Cooling load reduction effect of green roof and green wall in the case of building with thermal thin wall (Environmental Engineering)[J]. Journal of Architecture and Building Science,2009,15(29):155-158.
- [7] 颜兵文.城市建筑墙面绿化因素分析[J].湖南林业科技,2005,32(1):51-53.
- [8] 陈祥.墙面绿化技术发展状况及其应用[J].黑龙江农业科学,2009(1):91-93.
- [9] 陈昕,蔡瑶琳,王军.南京市墙面植物造景分析[J].林业科技开发,2007,21(5):104-107.
- [10] 郭军.建筑物墙面绿化的可行性探讨[J].福建林业科技,2004,31(4):134-136.
- [11] 陈祥,张晓艳.佛甲草墙面绿化的降温增湿效应研究[J].安徽农业科学,2008,36(28):12163-12164,12173.
- [12] 岳睿,李留振,李阿根,等.生态垫的特点及其研究与应用[J].浙江农业科学,2010(5):1165-1166.
- [13] 贾永林.攀缘植物与墙面绿化[J].科技情报开发与经济,2004,14(3):107-108.

Research on Styles of Wall Greening of Urban Building

XU Qiu-yang¹, LI A-gen¹, SUN Li-li²

(1. Yuhang Agro-ecological Environment and Crop Protection Administrative General Station, Hangzhou, Zhejiang 311100; 2. Zhejiang Regreen Construction Company Limited, Hangzhou, Zhejiang 310014)

Abstract: With the concept of low-carbon intensive, border of urban greening extended from ground to roof, from flat to three-dimensional, wall greening is becoming a new urban green space. Function, requirements, selection of plants, structure and carrier forms of wall greening were summarized.

Key words: urban building; wall greening; styles

(下接第79页)

参考文献:

- [1] 赵可夫.植物抗盐生理[M].北京:中国科学技术出版社,1993.
- [2] 王学奎.植物生理生化实验原理和技术[M].2版.北京:高等教育出版社,2006.
- [3] 时丽冉,崔兴国. NaCl胁迫下地被菊光合生理特性及水分利用率的变化[J].湖北农业科学,2010,49(10):2822-2824.
- [4] 许大全.气孔的不均匀关闭与光合作用的非气孔限制[J].植物生理学通讯,1995,31(4):246-252.
- [5] 夏阳,孙明高,李国雷,等.盐胁迫对四园林绿化树种叶片叶绿素含量动态变化的影响[J].山东农业大学学报,2005,36(1):30-34.

Effects of Salt Stress on the Chlorophyll Content and Photosynthetic Properties of *Trifolium repens* Linn

CUI Xing-guo

(Life Science College of Hengshui University, Hengshui, Hebei 053000)

Abstract: *Trifolium repens* Linn were treated with different concentrations of NaCl (0, 50, 100, 250, 400 mmol·L⁻¹) for 20 days, then the photosynthetic properties and chlorophyll content were examined. The result showed that the contents of chlorophyll descend, the chlorophyll b descended obviously and the ratio of chlorophyll a/b increased. Along with the concentration of NaCl increasing the net photosynthetic rate, transpiration rate, stomata conductance decreased. But intercellular CO₂ concentration decreasing when concentrations of NaCl were 50, 100, 250 mmol·L⁻¹, while increasing when concentration of NaCl was 400 mmol·L⁻¹.

Key words: *Trifolium repens* Linn; salt stress; chlorophyll content; photosynthetic properties