

刘海燕,李钧敏,闫 明. 加拿大一枝黄花对盐胁迫的响应[J]. 江苏农业科学,2015,43(5):124-126.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.05.041

加拿大一枝黄花对盐胁迫的响应

刘海燕^{1,2}, 李钧敏², 闫 明¹

(1. 山西师范大学生命科学学院,山西临汾 041004; 2. 浙江省植物进化生态学与保护重点实验室/台州学院生态研究所,浙江台州 318000)

摘要:盐分胁迫是外来入侵植物在入侵沿海生境中较为普遍的胁迫形式。为探究加拿大一枝黄花在盐胁迫下的响应,比较了相同栽培条件下加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)在盐胁迫下及无盐胁迫下的生物量、形态指标以及光合生理指标的差异。结果表明:(1)盐胁迫显著降低了加拿大一枝黄花的叶片数量、株高。(2)盐胁迫显著降低了加拿大一枝黄花的地上生物量和地下生物量。(3)盐胁迫显著降低了加拿大一枝黄花的净光合速率、气孔导度和蒸腾速率,对胞间 CO₂ 浓度无显著影响。研究结果可为加拿大一枝黄花的管理与防治提供理论参考。

关键词:盐胁迫;加拿大一枝黄花;生物量;光合生理

中图分类号: Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)05-0124-03

入侵植物不仅可以引起生态系统平衡的改变及生物多样性的丧失,而且会给农林渔业带来严重的经济损失^[1]。当入侵植物进入入侵地时,它会受到入侵地新的环境因子的影响,包括生物因子与非生物因子,从而表现出不同的响应与适应机制。深入探讨入侵植物成功入侵的机理是入侵生态学研究的核心与热点^[2]。植物成功入侵具有多种途径,其中人类活动造成的非有意引进物种为一条重要途径。因此,沿海地区、经济发达地区外来入侵生物的数量相对较高。研究表明,我国约 3/4 入侵物种最早发现于沿海经济发达地区。在沿海经济发达地区,盐分是限制植物生长的一个重要因素。植物在盐分胁迫的条件下,会表现出吸水困难、生物膜破坏、光合呼吸速率下降等生理紊乱,并最终引起植物叶片脱落、生物量下降甚至死亡^[3]。有关入侵植物对盐分响应的相关研究较少。加拿大一枝黄花(*Solidago canadensis*)是菊科一枝黄花属的入侵植物,原产于北美。20 世纪 30 年代作为观赏植物引入我国南京、上海等地,随后在我国境内扩散迅速,目前主要分布在浙江、上海、江苏、安徽、江西、湖北等地,并有进一步扩散的态势^[4-5],已被列入中国重要外来有害植物名录^[4]。加拿大一枝黄花喜好偏酸性、低盐碱的沙壤土^[5],趋向于入侵沙壤、湿润和开阔的生境,因此,江河湖泊的岸堤、沼泽、沿海滩涂、高速公路和铁路边、人工裸地等均是加拿大一枝黄花易入侵的地点。本研究通过分析盐胁迫下加拿大一枝黄花形态、生长及光合生理的变化,阐明加拿大一枝黄花对盐胁迫的响应机制,为其在不同盐度地区的入侵和扩散机制提供基础数据,从而为加拿大一枝黄花的管理与防治提供理论参考。

1 材料与方法

1.1 试验材料

收稿日期:2014-10-18

基金项目:国家自然科学基金(编号:31270461)。

作者简介:刘海燕(1990—),女,硕士研究生,从事入侵生物学研究。

E-mail:916365479@qq.com。

通信作者:闫明,副教授,从事生态学研究。Tel: (0357) 2051750;

E-mail:mycorrhiza@sina.com。

试验用加拿大一枝黄花的根茎于 2012 年分别采自加拿大一枝黄花主要分布地浙江、上海和江苏(表 1),在台州学院智能玻璃温室内保种备用。每个地点采 3 个植株,植株之间间隔 50 m 以上。2013 年 8 月,分别取植株上大小相似的萌蘖小苗开展试验,试验在台州学院临海校区智能玻璃温室中进行。

表 1 加拿大一枝黄花不同地理种群相关信息

采样点	缩写	经度	纬度	海拔(m)
上海市浦东区	SH	121.804°E	31.354°N	3
浙江省杭州市萧山区	HZ	120.297°E	30.161°N	9
江苏省连云港市	LYG	119.235°E	34.654°N	3

1.2 试验设计

将同一植株上的 2 个萌蘖苗分离后分别移栽,每个花盆 1 株,其中一株进行盐胁迫处理,另一株不进行盐胁迫处理作为对照。同一植株的 2 个萌蘖苗确保排除基因型间的差异。萌蘖苗移栽培养 8 d 后开始浇灌 1/8 Hoagland 营养液,培养 10 d 后测定植株的起始株高与叶片数,然后以 4 d 为 1 个周期,对其进行盐胁迫处理。试验组:2 d 浇灌盐溶液 300 mmol/L,1 d 浇灌自来水,1 d 浇灌营养液;对照组:3 d 浇灌自来水,1 d 浇灌营养液。每次浇灌量为 50 mL/盆,试验处理 28 d。定期移动花盆,去除花盆摆放位置对其生长的影响。

1.3 指标测量及方法

株高采用卷尺测量,精确到 0.1 cm;叶片采用计数法。利用 LI-6400 型便携式光合作用测定系统(Li-Cor, USA),在控制条件[叶片温度为 25 ℃,CO₂ 浓度为 400 μmol/mol,光合有效辐射为 1 400 μmol/(m²·s)]下于 09:00—11:00 测定加拿大一枝黄花第 3 片叶的光合作用,测定参数包括叶片净光合速率[*P_n*, μmol/(m²·s)]、蒸腾速率[*T_r*, mmol/(m²·s)]、气孔导度[*G_s*, mol/(m²·s)]、胞间 CO₂ 浓度(*C_i*, μmol/mol)。完成取样后收获植株,将植株分为根、茎、叶,放置在 105 ℃ 的烘箱中杀青 30 min,然后置于 80 ℃ 烘箱中烘干至恒质量,采用电子天平(精确到 0.000 1 g)称根、茎、叶的生物量,并计算

总生物量。

1.4 数据处理

数据采用平均值 \pm 标准差的形式表示。对数据进行方差齐性检验,并对方差不齐的数据进行对数转换。采用单因素方差分析加拿大一枝黄花在不同处理中的差异性。以盐处理作为固定因子,以原初叶片初始值为协同因子检验盐胁迫对加拿大一枝黄花各项指标的影响。用 SPSS 19.0 软件分析数据,用 Origin 8.0 作图。

2 结果与分析

2.1 盐胁迫对加拿大一枝黄花形态特征的影响

盐胁迫显著降低了加拿大一枝黄花的叶片数量 ($P < 0.05$) 和株高 ($P < 0.05$) (图 1)。其中,连云港种群的株高增长在对照和盐处理之间差异显著 ($P < 0.05$);杭州、连云港种群的叶片数在对照和盐处理之间差异显著 ($P < 0.05$)。

2.2 盐胁迫对加拿大一枝黄花生生物量指标的影响

盐胁迫可以显著降低加拿大一枝黄花的地上生物量 ($P < 0.01$) 和地下生物量 ($P < 0.05$),但对根冠比没有显著影响 ($P > 0.05$) (图 2)。其中上海、连云港种群的地上生物量在对照和盐处理之间差异极显著 ($P < 0.01$),杭州种群的地上生物量在对照和盐处理之间差异显著 ($P < 0.05$);杭州、连云港种群的地下生物量在对照和处理之间差异显著 ($P < 0.05$)。

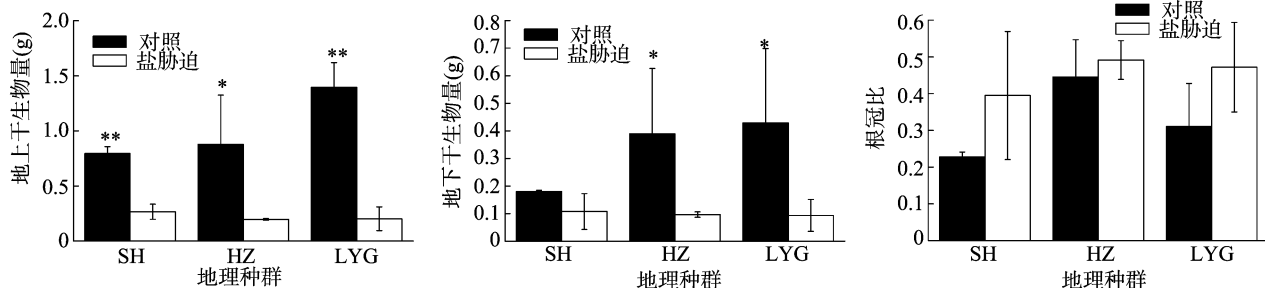


图2 加拿大一枝黄花生生物量及根冠比对盐胁迫的响应

2.3 盐胁迫对加拿大一枝黄花光合作用的影响

盐胁迫可以显著降低加拿大一枝黄花的净光合速率 ($P < 0.05$)、气孔导度 ($P < 0.01$) 和蒸腾速率 ($P < 0.05$),但对胞间 CO_2 浓度没有显著影响 ($P > 0.05$)。其中上海、杭州、连云港种群的净光合速率在对照和盐处理之间均差异显著 ($P < 0.05$);杭州、连云港种群的气孔导度在对照和盐处理之间差异极显著 ($P < 0.01$);杭州种群的蒸腾速率与对照相比显著下降 ($P < 0.05$) (图 3)。

3 讨论

植株的形态指标及生物量指标是显示植物响应胁迫的重要指标,是植物对盐胁迫反应的综合体现^[6]。本研究发现盐胁迫显著降低了加拿大一枝黄花的形态指标(株高及叶片数量)、生物量指标(地上生物量和地下生物量),这与朱义等对高羊茅^[7]、杨淑萍等对海岛棉^[8]的研究结果吻合。本研究还发现,光合作用相关参数包括净光合速率、气孔导度和蒸腾速率在盐胁迫条件下也显著下降,这与 Meloni 等对棉花的研究结果^[9]相一致。本研究中盐胁迫处理下加拿大一枝黄花的

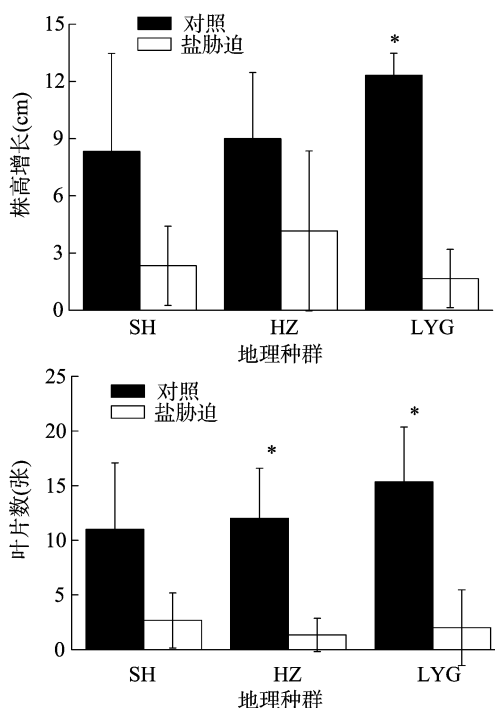


图1 加拿大一枝黄花株高及叶片数量对盐胁迫的响应

根冠比没有显著变化,这与 Anthraper 等对银合欢^[10]、Loustau 等对松树幼苗^[11]的研究结果一致。

本研究结果表明,盐胁迫可使加拿大一枝黄花的形态、生物量与光合生理指标都受到抑制。郭水良等的研究也发现随着土壤中盐浓度的增加,加拿大一枝黄花在形态和生理指标上均表现出受损现象^[1]。本试验中加拿大一枝黄花在盐胁迫下光合作用的相关指标,如净光合速率、气孔导度和蒸腾速率均有所下降,这可能是由于盐胁迫下植物捕获光色素的蛋白复合体结构发生降解和破坏,功能受损,且 Rubisco 活性和含量降低,进而影响到 C 同化过程的正常运转^[12],导致植物叶绿素含量下降,叶片气孔收缩,气孔导度降低,从而限制了 CO_2 向叶绿体的输送,进而导致光合速率下降,而同时植物叶片需要通过减少水分蒸腾来适应盐分胁迫。本研究还发现盐胁迫下胞间 CO_2 浓度没有显著的变化,这可能是由于盐胁迫降低 Rubisco 的活性和抑制磷酸的再生,从而降低植物对 CO_2 的吸收利用^[13],同时也表示盐胁迫下非气孔限制为加拿大一枝黄花光合作用下降的主要原因。这与其他植物在盐胁迫下的光合作用下降机制^[14]是一致的。

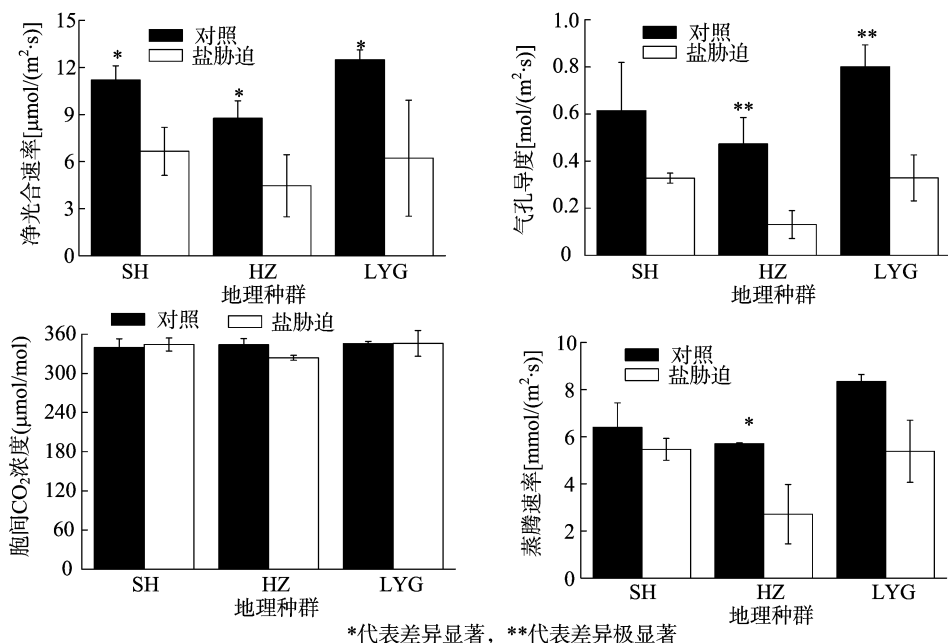


图3 加拿大一枝黄花光合生理指标对盐胁迫的响应

刘爱荣等对空心莲子草的研究^[15]也表明当净光合速率显著下降而胞间 CO_2 浓度无明显变化时,叶片光合速率的下降是叶肉细胞光合活性下降导致的非气孔限制所致,即叶肉细胞光合能力开始减弱,致使植株的光能利用率下降,减缓了光合中间产物的形成和能量转变,阻碍了糖类及蛋白质的形成,从而抑制了植物生长和生物量的积累^[16],导致植株生物量大大减少。本研究还发现盐胁迫对加拿大一枝黄花的根冠比没有显著影响。植物受到盐胁迫首先抑制了植物根系的生长,导致新根的数量明显减少,但随后也限制了地上部分的生长^[12],这可能是导致根冠比变化不明显的主要原因。

本研究选择江浙沪地区加拿大一枝黄花为研究材料,发现加拿大一枝黄花在高盐胁迫下生长指标、形态和光合生理等指标显著受到抑制,这说明低盐度地区更易于被加拿大一枝黄花入侵。因此,在加拿大一枝黄花的防治过程中要进一步加强低盐地区加拿大一枝黄花的监控。本研究结果可为预防和控制加拿大一枝黄花的扩散提供参考。

参考文献:

- [1] 郭水良,方芳. 入侵植物加拿大一枝黄花对环境的生理适应性研究[J]. 植物生态学报,2003,27(1):47-52.
- [2] Strayer D L, Eviner V T, Jeschke J M, et al. Understanding the long-term effects of species invasions[J]. Trends in Ecology & Evolution, 2006,21(11):645-651.
- [3] 裘丽珍,黄有军,黄坚钦,等. 不同耐盐性植物在盐胁迫下的生长与生理特性比较研究[J]. 浙江大学学报:农业与生命科学版,2006,32(4):420-427.
- [4] 李振宇,解焱. 中国外来入侵种[M]. 北京:中国林业出版社,2002.
- [5] 徐承远,张文驹,卢宝荣,等. 生物入侵机制研究进展[J]. 生物多样性,2001,9(4):430-438.
- [6] Glenn E, Tanner R, Mendez S, et al. Growth rates, salt tolerance and water use characteristics of native and invasive riparian plants from the

- delta of the Colorado River, Mexico[J]. Journal of Arid Environments, 1998,40(3):281-294.
- [7] 朱义,谭贵娥,何池全,等. 盐胁迫对高羊茅(*Festuca arundinacea*)幼苗生长和离子分布的影响[J]. 生态学报,2007,27(12):5447-5454.
- [8] 杨淑萍,危常州,梁永超. 盐胁迫对海岛棉不同基因型幼苗生长及生理生态特征的影响[J]. 生态学报,2010,30(9):2322-2331.
- [9] Meloni D A, Oliva M A, Martinez C A, et al. Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress[J]. Environmental and Experimental Botany, 2003,49(1):69-76.
- [10] Anthraper A, Dubois J D. The effect of NaCl on growth, N_2 fixation (acetylene reduction), and percentage total nitrogen in *Leucaena leucocephala* (Leguminosae) var. K-8[J]. American Journal of Botany, 2003,90(5):683-692.
- [11] Loustau D, Crepeau S, Guye M, et al. Growth and water relations of three geographically separate origins of maritime pine (*Pinus pinaster*) under saline conditions[J]. Tree Physiology, 1995,15(9):569-576.
- [12] 马森. 加拿大一枝黄花的入侵生物学研究[D]. 上海:复旦大学,2003.
- [13] Ates E, Tekeli A. Salinity tolerance of Persian clover (*Trifolium repens* var. *majus* Boiss.) lines at germination and seedling stage[J]. World Journal of Agricultural Science, 2007,3(1):71-79.
- [14] 朱新广,张其德. NaCl 对光合作用影响的研究进展[J]. 植物学通报,1999,16(4):332-338.
- [15] 刘爱荣,张远兵,陈庆榆,等. 盐胁迫对空心莲子草生长和光合作用的影响[J]. 云南植物研究,2007,29(1):85-90.
- [16] 陈健妙,郑青松,刘兆普,等. 麻疯树(*Jatropha curcas* L.)幼苗生长和光合作用对盐胁迫的响应[J]. 生态学报,2009,29(3):1356-1365.