

人工湿地园沼泽植物水蓼 (*Polygonum hydropiper* L.)的蒸腾特性日变化

徐惠风^{1,2}, 刘兴土¹, 金研铭², 杨艳清³, 徐克章²

(1. 中国科学院东北地理与农业生态研究所, 吉林 长春 130012;
2. 吉林农业大学农学院, 吉林 长春 130118; 3. 长春大学职业技术学院, 吉林 长春 130022)

摘要 对人工湿地园中沼泽植物水蓼(*Polygonum hydropiper* L.)蒸腾特性日变化进行了研究。结果表明:水蓼叶片的蒸腾速率日进程在晴朗的天气呈单峰曲线变化,最高峰值出现在下午的14:00。受光量子通量密度的影响最大,相关系数为0.668。与相对湿度的变化呈正相关($r=0.607$),说明水蓼的蒸腾速率日变化是受其自身所具有的特殊生理特性所决定。叶片气孔阻力直接影响蒸腾速率。

关键词: 蒸腾特性; 水蓼; 日变化; 环境响应

中图分类号: Q945.17+2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-0978(2004)01-0012-04

Study on daily variation of transpiration characteristics for wetland plant *Polygonum hydropiper* L.
XU Hui-feng^{1,2}, LIU Xing-tu¹, JIN Yan-ming², YANG Yan-qing³, XU Ke-zhang² (1. Northeast Institute of Geography and Agricultural Ecology, the Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, China; 2. Agriculture Department, Jilin Agriculture University, Changchun 130118, China; 3. The Professional Technic College of Changchun University, Changchun 130022, China), *J. Plant Resour. & Environ.* 2004, 13(1): 12-15

Abstract: The daily variation of transpiration characteristics for *Polygonum hydropiper* L. in constructed wetland was studied. The results show that the daily variation of transpiration rate for leaves has the changing tendency of singlet in sunny days, with the highest value appearing at 14:00. It is significantly influenced by the flux density of photons, with the correlation coefficient $r = 0.668$. There is a obviously positive relationship between transpiration rate and relative humidity ($r = 0.607$), so the daily variation of transpiration rate for *P. hydropiper* is controlled by its physiological characteristics, and the stomatal resistance will directly influence the transpiration rate of this species.

Key words: transpiration characteristics; *Polygonum hydropiper* L.; daily variation; environmental effects

湿地是多水的自然体,由于湿地土壤积水或经常处于过湿状态,水的热容量大,地表增温困难;而湿地蒸发是水面蒸发的2~3倍,蒸发量越大消耗热量就越多,导致湿地地区气温降低,气候较周边地区冷湿;湿地的蒸腾作用也可保持当地的湿度和降雨量^[1]。

人工湿地充分利用湿地系统具有净化污水能力的特点,利用生态系统中的物理、化学和生物的重三重协同作用,通过过滤、吸附、沉淀、离子交换、植物吸收和微生物分解来实现对污水的高效净化^[2]。人工湿地系统是1个完整的生态系统,具有投资低、出水水质好、抗冲击力强、增加绿地面积、改善和美化生态环境、视觉景观优异、操作简单、维护和运行费用低廉等优点,是人类与水生生物协调发展的自然景

观,有利于促进良性生态环境的建设,有显著的社会、环境和经济效益^[3]。

水蓼(*Polygonum hydropiper* L.)为蓼科(Polygonaceae)蓼属(*Polygonum* L.)植物。一年生草本,茎节膨大,有膜质托叶鞘。单叶互生。生于湿地、水边或水中,叶可食用,我国南北方均有分布。水蓼含有辛辣挥发油,一般将其作为调味食物,全株可用药。在人工湿地园中,水蓼是自然滋生的沼泽

收稿日期: 2003-03-14

基金项目: 吉林省开发重点项目(松嫩平原湿地的保育模式试验示范)和国家“十五”科技攻关专题(2001BA508B24)共同资助

作者简介: 徐惠风(1965-),女,辽宁双辽人,博士生,讲师,主要从事植物生理生态、湿地生态环境与环境生物学的教学和研究。

植物;目前对其药用作用的研究较多,但就其在湿地园中的生理特性,尤其是水分生理特性还未见报道。本文以人工湖自然滋生的水蓼为研究对象,通过对其蒸腾特性的观测研究,分析湿地植物的蒸腾速率、气孔阻力的日变化特征及其与生态因子的关系,为人工湿地园植物的配置及其优化人工湿地园功能效应提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 实验地的自然状况

实验人工湖位于吉林农业大学校园内,东经125°13',北纬43°53';年降水量571.6 mm,7月份降水量218.7 mm;年总辐射量502~481 $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$;7月总辐射量54 $\text{kJ}\cdot\text{cm}^{-2}$;年平均温度4.9℃,7月份平均温度22.7℃。人工湖护坡上的植被以泽泻 [*Alisma orientale* (Samss.) Juzepcz]、扯根菜 (*Penthorum chinense* Pursh) 和水蓼为优势种。

1.2 实验材料和方法

选取水蓼完全展开的叶片进行活体测定,每次重复3次,取平均值。

实验时间为7月10日、8月10日、9月11日全天,天气晴朗,无云。

利用 Li-1600 气孔仪进行测定;时间为6:00~18:00,2 h测定1次。测定水蓼叶片的蒸腾速率 ($E/\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)、气孔阻力 ($R_s/\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)、光合有效辐射 ($PAR/\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)、空气温度 ($T_a/^\circ\text{C}$)、叶片温度 ($T_l/^\circ\text{C}$)、相对湿度 ($RH/\%$)、大气 CO_2 浓度等指标。

2 结果与分析

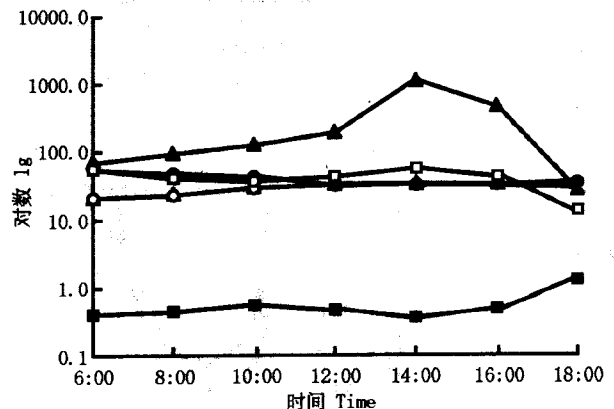
2.1 水蓼蒸腾速率的日变化

水蓼蒸腾速率日变化的对数曲线见图1。从图1可见,水蓼蒸腾速率日变化呈单峰变化曲线,最高峰出现在下午14:00,从早晨6:00开始下降,到10:00之后逐渐上升,在下午14:00到达最高峰后又开始下降;而气孔阻力的波动正相反,在14:00时达到最低点。这种现象与挺水植物芦苇 (*Phragmites communis* Trin) 和宽叶香蒲 (*Typha latifolia* L.) 的蒸腾速率日变化相同^[4]。从图中还可看出,温度和相对湿度的日变化与蒸腾速率的变化趋势不一致;光量

子通量密度与蒸腾速率的变化趋势很相近。

2.2 水蓼蒸腾作用与气孔阻力的关系

植物的蒸腾作用既受自身生理特性决定,同时在很大程度上又受环境因子的影响^[5,6],叶片气孔是水分出入的通道,植株80%~90%的水分由气孔散失^[7]。从图2可以看出水蓼的蒸腾速率和气孔阻力呈极显著的负相关,相关系数 $r = -0.937$,说明水蓼的蒸腾速率与气孔阻力呈倒数关系。气孔阻力越大,蒸腾速率越小。



—□— 蒸腾速率 Transpiration rate ($E/\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$); —■— 气孔阻力 Stomatal resistance ($R_s/\text{s}\cdot\text{cm}^{-1}$); —▲— 光子通量密度 Photon flux density ($\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$); —●— 相对湿度 Relative humidity ($RH/\%$); —○— 叶片温度 Leaf temperature ($T_l/^\circ\text{C}$); —▲— 空气温度 Air temperature ($T_a/^\circ\text{C}$)

图1 水蓼蒸腾速率和环境因子日变化的对数曲线

Fig. 1 Logarithmic curves of daily variation of transpiration rate for *Polygonum hydropiper* L. and some environmental factors

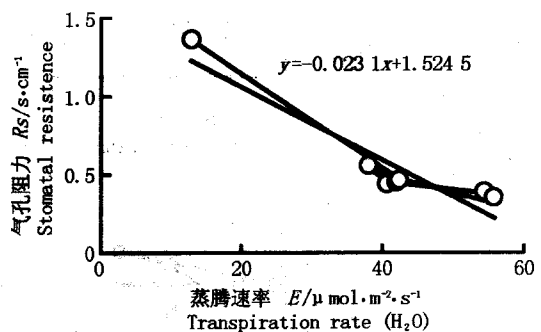


图2 水蓼叶片气孔阻力与蒸腾速率的关系

Fig. 2 The relationship between transpiration rate and stomatal resistance of *Polygonum hydropiper* L.

2.3 水蓼的蒸腾作用对环境的响应

水蓼蒸腾速率与环境因子间的相关曲线见图3。由图3可以看出,蒸腾速率和气孔阻力与环境因子的相互关系均呈指数或对数变化关系。根据模拟方程可看出,光子通量密度、相对湿度及大气温度

与蒸腾速率均呈正相关,但相关系数检验表明,只有光量子通量密度与蒸腾速率呈极显著的正相关,说明水蓼的蒸腾作用受光量子通量密度的影响最大。

受叶温的影响较小,叶温对蒸腾速率的影响呈负相关。因此,影响水蓼蒸腾速率的环境条件首先是光量子通量密度,其次是相对湿度、大气温度的影响,然后是

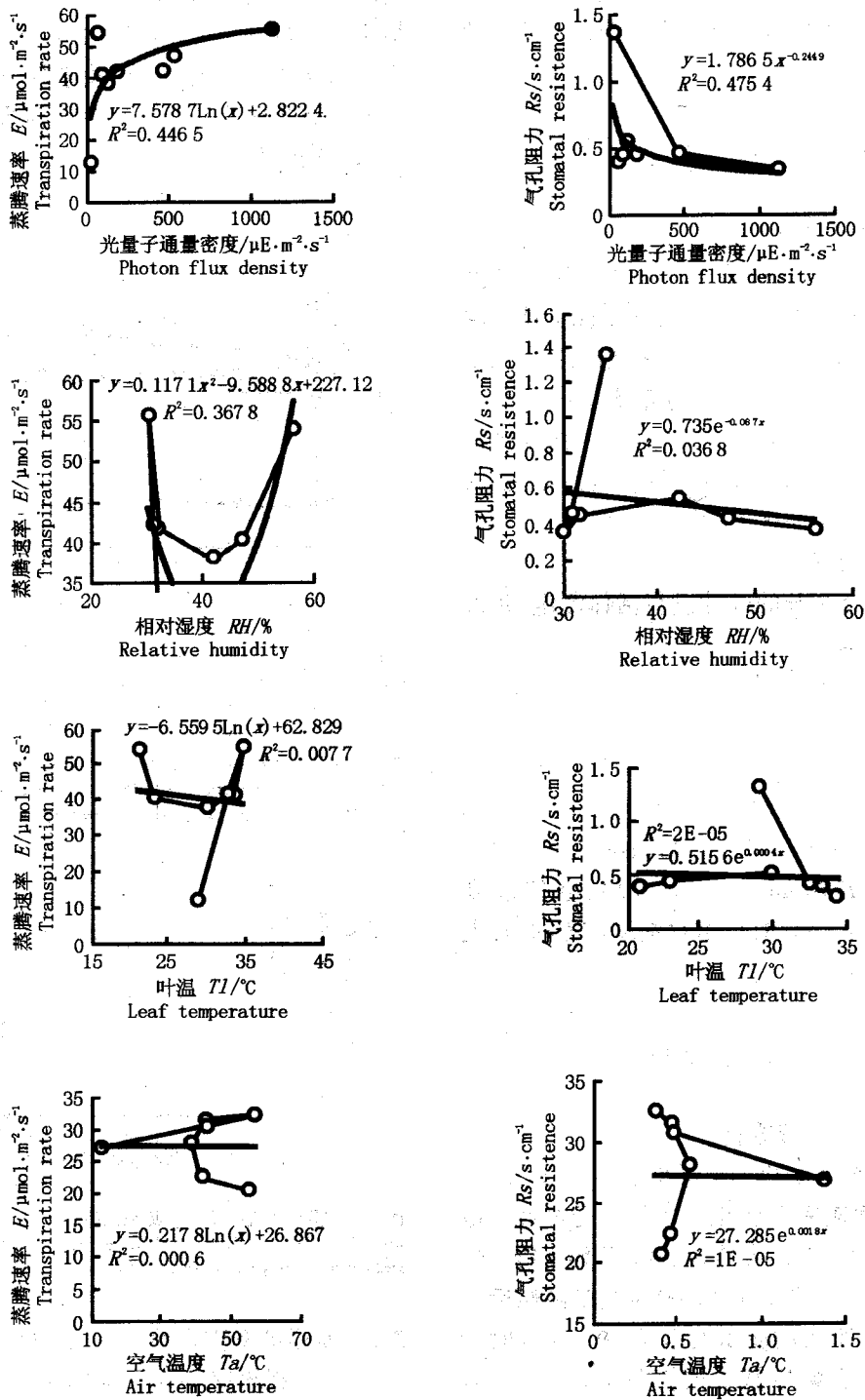


图3 水蓼的蒸腾速率和气孔阻力与环境因子的响应曲线

Fig. 3 Variation curves in transpiration rate, stomatal resistance of *Polygonum hydropiper* L. and environmental factors

叶片温度。

湿地植物的土壤水分是充足的,常杰等人^[8]的研究认为:在土壤水分较充足时,随着光合有效辐射和温度的升高,气孔的开张度增大,蒸腾速率随之增高,这是植物自身的生理特性起着主要的作用。当气孔张开到一定程度不再变化时,植物的蒸腾作用就成为1个物理过程,此时,蒸腾速率同空气的蒸发能力成正比^[8],而空气蒸发能力由光合有效辐射、温度和相对湿度等因子共同决定^[9,10]。

光量子通量密度增加,一般会使叶片气孔开度增加,蒸腾失水加快。本实验结果表明:水蓼蒸腾速率与光量子通量密度的相关系数为0.668,呈显著的正相关关系。

空气的相对湿度影响大气蒸发力,因而对叶片的蒸腾速率的影响也很明显^[11],一般认为,叶片的蒸腾速率与相对湿度均成极显著的负相关^[11]。而本实验中水蓼的相对湿度与蒸腾速率的相关系数是0.607,呈显著的正相关关系,说明水蓼叶片的蒸腾速率对相对湿度的响应受植物本身的生物节律和环境条件的影响^[12],与水蓼作为湿地植物的特殊的生理特性有关。水蓼的叶温与蒸腾速率的相关系数为0.088,大气温度对蒸腾速率的相关系数为0.025,均呈不显著的相关性,说明水蓼蒸腾速率的特性是受自身的生理特性所决定的,受外界温度的影响较小。

综上所述,水蓼蒸腾速率的日变化受光照强度的影响最大,并由其自身的生理特性所决定,而受环境中的相对湿度和温度等因素影响较小,而且每种因素不是单一起作用,而是综合性的影响。

致谢 感谢王立军教授的指导及高磊和王金龙同学的大力协作。

参考文献:

- [1] 孟宪民. 湿地与全球环境变化[J]. 地理科学, 1999, 19(5): 385-391.
- [2] 白晓慧, 王宝贞, 余敏, 等. 人工湿地污水处理技术及其发展应用[J]. 哈尔滨建筑大学学报, 1999, 32(6): 88-92.
- [3] 俞孔坚, 李迪华, 孟亚凡. 湿地及其在高科技园区中的营造[J]. 中国园林, 2001(2): 26-28.
- [4] 孙刚, 祝廷成. 芦苇(*Phragmites communis*)光合作用与蒸腾作用的日进程[J]. 生物学杂志, 1999, 16(3): 24-26.
- [5] 张守仁, 高孚生. 白杨派新无性系气孔生理生态特性的研究[J]. 生态学报, 1998, 18(4): 358-363.
- [6] 于强, 王天铎. 光合作用-蒸腾作用-气孔导度的耦合模型及C₃植物叶片对环境因子的生理响应[J]. 植物学报, 1998, 40(8): 740-750.
- [7] Kramer P J. Water Relations of Plants[M]. New York: Academic Press, 1983. 325-326.
- [8] 葛滢, 常杰, 刘珂, 等. 杭州石芥芋(*Mosla hangchowensis*)蒸腾的生理生态学研究[J]. 植物生态学报, 1999, 23(4): 320-326.
- [9] 汤章城. 植物干旱生态生理的研究[J]. 生态学报, 1983, 3(3): 196-204.
- [10] Gollan T, Passiour J B, Munns R. Soil water status affects the stomatal conductance of fully turgid wheat and sunflower leaves[J]. Australian Journal of Plant Physiology, 1986, 13: 459-464.
- [11] 陈家宙, 陈明亮, 何圆球. 土壤水分状况及环境条件对水稻蒸腾的影响[J]. 应用生态学报, 2001, 12(1): 63-67.
- [12] 阎秀峰, 孙国荣, 肖玮. 星星草光合蒸腾日变化与气候因子的关系[J]. 植物研究, 1996, 16(4): 477-484.