

喷施海藻蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片光合特性及膜脂过氧化的影响

赵康, 王海华* (青岛海大生物集团有限公司, 山东青岛 266109)

摘要 [目的]明确富含海藻活性成分的海藻蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片蒸腾效率和光合参数的影响。[方法]研究叶面喷施不同蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片光合特性及膜脂过氧化的影响。[结果]与常规蒸腾抑制剂相比,叶面喷施富含海藻活性物质的海藻蒸腾抑制剂150倍稀释液,不仅能够有效抑制夏季高温条件下龙爪槐叶片的水分散失,维持较好的叶片水分状况,减轻水分胁迫的伤害,避免体内活性氧清除系统的紊乱,还能延缓叶片衰老,使叶片水平的蒸腾效率增加,同时对促进光合作用也具有一定效果。[结论]试验结果为新型海藻蒸腾抑制剂在园林树木上抗干旱方面的应用提供了参考。

关键词 海藻蒸腾抑制剂;龙爪槐;光合特性;膜质过氧化

中图分类号 S482.8 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2016)22-004-02

Effects of Seaweed Anti-transpirants on Photosynthetic Traits, Membrane Lipid Peroxidation of *Sophora japonica* Leaves

ZHAO Kang, WANG Hai-hua* (Qingdao Seawin Biotech Group, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract [Objective] The aim was to study effects of seaweed anti-transpirants on photosynthetic traits, membrane lipid peroxidation of *Sophora japonica*. [Method] The effects of different anti-transpirants on photosynthetic traits, membrane lipid peroxidation of *Sophora japonica* were studied. [Result] The results showed that, compared with the conventional anti-transpirants, 150 times liquid of seaweed anti-transpirants not only can effectively restrain water loss of *Sophora japonica* leaves under high temperature in summer, maintain a good leaf moisture status, reduce the damage of water stress, avoid the disorder of active oxygen scavenging system, but also can delay the leaf senescence, increase the transpiration efficiency, and have some effects on promoting photosynthesis. [Conclusion] The results provide reference for application of new type seaweed anti-transpirants on drought resistance in garden trees.

Key words Seaweed anti-transpirants; *Sophora japonica*; Photosynthetic traits; Membrane lipid peroxidation

蒸腾抑制剂作为一种植物抗旱剂,能调节植物气孔开张度,减少水分蒸腾,提高水分利用率,促进根系发育,增强根系活力,提高酶的活性和叶绿素的含量,从而促进作物生长发育^[1-2]。海藻多糖是从海带、浒苔当中提取的一类高分子碳水化合物。已有研究表明,海藻多糖能够促进黄瓜种子萌发、刺激根系生长发育、提高番茄叶片光合能力、增强小麦抗盐碱、提高辣椒和草莓产量及品质等^[3-6],而关于其提高园林作物抗干旱效果的研究鲜有报道。鉴于此,笔者探讨了富含海藻活性成分的海藻蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片蒸腾效率和光合参数的影响,旨在为新型海藻蒸腾抑制剂在园林树木上抗干旱方面的应用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

1.1.1 供试植物。试验于2015年6月在中国海洋大学浮山校区内进行,供试园林植物为龙爪槐。

1.1.2 药剂与仪器。海藻蒸腾抑制剂为山东青岛海大生物集团有限公司产品。LI-6400光合测定系统为美国LI-COR公司产品。

1.2 试验设计 试验共设3个处理,分别为海藻蒸腾抑制剂150倍稀释液、常规蒸腾抑制剂50倍稀释液、清水对照。6月15日进行叶面喷施处理,10 d后取样进行各项指标的测量。

1.3 测量指标与方法 利用LI-6400光合测定系统进行光合特性测定,采用饱和法测定叶片相对含水量;叶片超氧化物歧化酶(SOD)活性采用氮蓝四唑法测定;过氧化氢酶

(CAT)活性采用紫外吸收法测定;丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸法测定。

1.4 数据处理 试验数据采用Microsoft Excel、Origin (Version 7.0)和SPSS 13.0软件进行数据统计分析及作图。

2 结果与分析

2.1 喷施蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片光合特性的影响 由表1可知,与清水对照相比,喷施了蒸腾抑制剂后,龙爪槐叶片气孔导度显著降低,而光合速率和蒸腾效率显著提高。其中,以喷施海藻蒸腾抑制剂的效果最好,气孔导度较清水对照降低了27.55%,比普通蒸腾抑制剂降低了10.11%;而光合速率、蒸腾效率比普通蒸腾抑制剂分别提高了13.87%、23.08%。

表1 不同处理对龙爪槐叶片光合特性的影响

Table 1 Effects of different treatments on photosynthetic traits of *Sophora japonica* leaves

处理 Treatment	光合速率 Photosynthetic rate $\mu\text{mol}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$	气孔导度 Stomatal conductance $\text{mmol}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$	蒸腾效率 Transpiration efficiency $\mu\text{mol}/\text{mmol}$
清水对照 Clear water control	8.73	92.9	5.59
普通蒸腾抑制剂 Conventional anti-transpirants	10.67	75.2	6.41
海藻蒸腾抑制剂 Seaweed anti-transpirants	12.15	67.3	7.89

2.2 喷施蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片蒸腾速率的影响 通过观察龙爪槐叶片7:00~18:00的蒸腾速率动态变化曲线(图1)可以看出,蒸腾抑制剂对叶片蒸腾速率有明显抑制效果的时间段为10:00~12:00和14:00~16:00,在12:00~14:00时间段内,由于植物自身的“午休”现象,蒸腾抑制剂降低蒸腾速率的幅度效果不如10:00~12:00和14:00~16:00

作者简介 赵康(1987-),男,山东淄博人,农艺师,硕士,从事浒苔叶面肥研究。*通讯作者,工程师,硕士,从事海洋生物资源利用研究。

收稿日期 2016-06-08

这2个时间段。在10:00~12:00时间段,与清水对照相比,普通蒸腾抑制剂处理的龙爪槐叶片蒸腾速率平均降低幅度为19.32%,而海藻蒸腾抑制剂150倍稀释液处理的叶片蒸腾速率平均降低幅度达29.32%,效果显著。

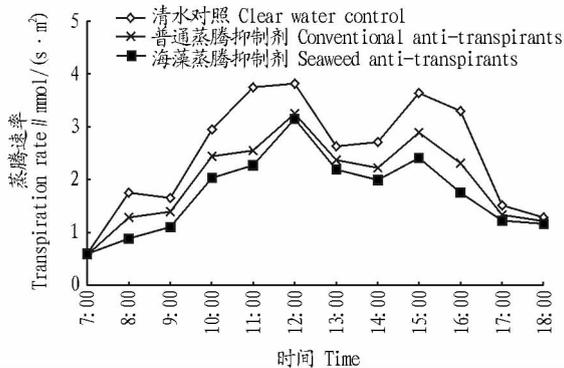


图1 不同处理对龙爪槐叶片蒸腾速率的影响

Fig.1 Effects of different treatments on transpiration rate of *Sophora japonica* leaves

2.3 喷施蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片保水力和离体失水速率的影响 增强叶片保水力,减小离体失水速率是植物最基本的防止水分散失的途径之一。由表2可知,喷施海藻蒸腾抑制剂后,龙爪槐叶片保水能力增强,比清水对照高出60%,而

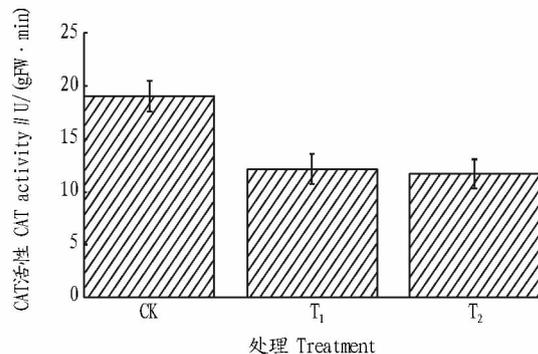
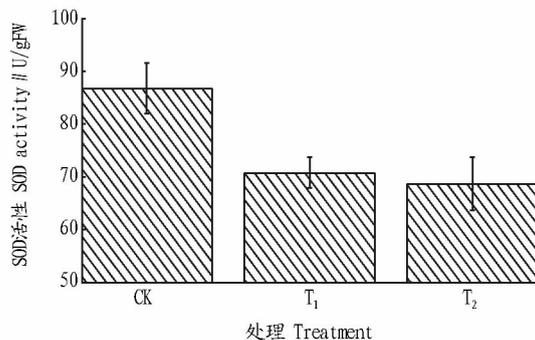
喷施普通蒸腾抑制剂的龙爪槐叶片保水能力仅比清水对照高出25%。另外,喷施蒸腾抑制剂后,龙爪槐叶片离体失水速率降低,体内相对含水量增大,以海藻效果最好。

表2 不同处理对龙爪槐叶片保水力和离体失水率的影响

Table 2 Effects of different treatments on water retention capacity and *in vitro* water loss of *Sophora japonica* leaves

处理 Treatment	叶片保水力 Water retention capacity	离体失水率 <i>in vitro</i> water loss rate mg / (cm · h)	相对含水量 Relative water content
清水对照 Clear water control	0.20	1.47	
普通蒸腾抑制剂 Conventional anti-transpirants	0.25	1.36	0.65
海藻蒸腾抑制剂 Seaweed anti-transpirants	0.32	1.22	0.73

2.4 喷施蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片 SOD 和 CAT 活性的影响 SOD 和 CAT 活性是受逆境胁迫诱导的,植物遭受逆境胁迫后,体内 SOD 和 CAT 活性会上升,以此来缓解体内活性氧和氧自由基的增加。由图2可知,在高温条件下,喷施蒸腾抑制剂后,龙爪槐植株体内 SOD 和 CAT 活性明显比清水对照降低,表明蒸腾抑制在一定程度上减轻了龙爪槐叶片遭受高温和水分胁迫的能力,避免了体内活性氧清除系统的紊乱。



注:CK 为清水对照; T₁ 为普通蒸腾抑制剂处理; T₂ 为海藻蒸腾抑制剂处理。

Note: CK, Clear water control; T₁, Conventional anti-transpirants treatment; T₂, Seaweed anti-transpirants treatment.

图2 不同处理对龙爪槐叶片 SOD 活性和 CAT 活性的影响

Fig.2 Effects of different treatments on SOD, CAT activity of *Sophora japonica* leaves

2.5 喷施蒸腾抑制剂对龙爪槐叶片 MDA 含量的影响 MDA 是细胞质膜降解的产物,逆境条件下其含量的多少能够反映胁迫造成的伤害程度。由图3可知,与清水对照相比,高温条件下,叶面喷施海藻蒸腾抑制剂显著降低了龙爪槐叶片内 MDA 含量,幅度达38.76%,效果最好。植株体内 MDA 含量的增加也是植株衰老的表征,因此,叶面喷施海藻蒸腾抑制剂还具有延缓植物衰老的效果。

3 讨论与结论

众多研究表明,喷施蒸腾抑制剂能够有效抑制作物的蒸腾速率^[1-2]。在该试验中,叶面喷施富含海藻活性物的海藻蒸腾抑制剂150倍稀释液也显著降低了龙爪槐叶片的蒸腾速率,且喷施处理减轻了龙爪槐叶片光合作用在高温条件下的气孔限制,在一定程度上提高了 CO₂ 的同化能力。喷施蒸腾抑制剂增强了龙爪槐的保水力,减少了气孔蒸腾和角质层

蒸腾,使叶片处于较好的水分状态,喷施蒸腾抑制剂对叶片光合速率无影响,甚至有促进作用,这是龙爪槐叶片水平的蒸腾效率提高的生理因素。

正常条件下活性氧清除系统和活性氧是动态平衡的,高温干旱时活性氧和氧自由基增加,保护酶被诱导来清除这些有害离子,延缓植物的衰老^[7]。因此,SOD 和 CAT 的活性可以反映植物受逆境胁迫的程度。该试验中,在高温条件下,喷施蒸腾抑制剂后,龙爪槐植株体内 SOD 和 CAT 活性明显比清水对照降低,在一定程度上减轻了龙爪槐叶片遭受高温和水分胁迫的能力,避免了体内活性氧清除系统的紊乱。MDA 是细胞质膜降解的产物,逆境条件下其含量的多少能够反映胁迫造成的伤害程度。高温条件下,叶面喷施海藻蒸腾抑制剂显著降低了龙爪槐叶片内 MDA 含量,幅度达38.76%,效

(下转第10页)

迫强度呈负相关,但 G_s 随处理时间的延长先增加后减小,轻度胁迫时有最大值,而在中度和重度胁迫时, G_s 均随处理时间和胁迫强度的增加而降低。这是由于干旱胁迫下气孔部分关闭,影响 T_r 以及 C_i ,使 P_n 下降。不同的是, H_2 和 H_3 的 G_s 参数变化与 H_1 不一致,表明干旱胁迫对黑穗画眉草光合作用的影响有一部分非气孔因素^[22]。

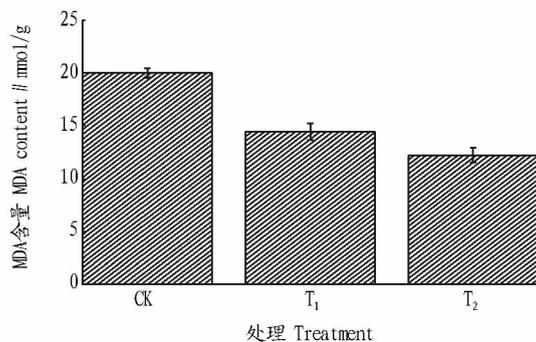
综上所述,3种黑穗画眉草均有一定的抗干旱胁迫能力,MDA含量、抗过氧化酶活性、可溶性糖含量、叶绿素含量以及4个光合作用参数的数据说明采自昆明呈贡县的黑穗画眉草 H_1 的抗旱能力高于其他2种,更能适应干旱缺水的环境。

参考文献

- [1] 中国科学院中国植物志编辑委员会. 中国植物志:第10卷第1分册[M]. 北京:科学出版社,1990:21.
- [2] 杨泽新,唐成斌,刘世凡,等. 贵州天然禾本科牧草种质资源研究[J]. 草业科学,1996,13(1):11-15.
- [3] 中国药材公司. 中国中药资源志要[M]. 北京:科学出版社,1994.
- [4] 尹俊,孙振中,蒋龙,等. 画眉草研究进展[J]. 草业科学,2009,26(12):60-62.
- [5] MULU A, BLUM A, NGUYEN H T. Diversity for osmotic adjustment and root depth in TEF [*Eragrostis tef* (Zucc) Trotter] [J]. Euphytica, 2001, 121(3): 237-249.
- [6] ROSS M A. Concurrent changes in plant weight and soil water regimes in herbaceous communities in Central Australia [J]. Australian journal of ecology, 1977, 2(3): 257-268.
- [7] 于云江,史培军,贺丽萍,等. 风沙流对植物生长影响的研究[J]. 地球科学进展,2002,17(2):262-267.

- [8] 于云江,史培军,鲁春霞,等. 不同风沙条件对几种植物生态生理特征的影响[J]. 植物生态学报,2003,27(1):53-58.
- [9] 胥晓刚,王锦平,杨冬升,等. 弯叶画眉草在风化石边坡种植的适应性研究[J]. 公路,2003(11):106-108.
- [10] HEATH R L, PACKER L. Photoperoxidation in isolated chloroplasts: I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation [J]. Archives of biochemistry and biophysics, 1968, 125(1): 189-198.
- [11] CHAKRABARTY D, DATTA S K. Micropropagation of gerbera: Lipid peroxidation and antioxidant enzyme activities during acclimatization process [J]. Physiol Plant, 2008, 30(3): 325-331.
- [12] CHANCE B, MAEHLY A C. The assay of catalases and peroxidases [J]. Methods of biochemical analysis, 1955, 1: 357-424.
- [13] AEBI H. Catalase *in vitro* [J]. Methods in enzymology, 1984, 105(2): 121-126.
- [14] 孙群,胡景江. 植物生理学研究技术[M]. 杨凌:西北农林科技大学出版社,2006.
- [15] 张志良,瞿伟菁. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2003.
- [16] 杨帆,苗灵凤,胥晓,等. 植物对干旱胁迫的响应研究进展[J]. 应用与环境生物学报,2007,13(4):586-591.
- [17] 韩永华. 水分胁迫对大豆幼苗叶片细胞质膜的影响[J]. 广西师范大学学报(自然科学版),1999,17(4):85-87.
- [18] 刘晓东,李洋洋,何森,等. PEG模拟干旱胁迫对玉带草生理特性的影响[J]. 草业科学,2012,29(5):687-693.
- [19] 胡景江,顾振瑜,文建雷,等. 水分胁迫对元宝枫膜脂过氧化作用的影响[J]. 西北林学院学报,1999,14(2):7-11.
- [20] 季杨,张新全,彭燕,等. 干旱胁迫对鸭茅根叶保护酶活性、渗透物质含量及膜脂过氧化作用的影响[J]. 草业学报,2014,23(3):144-151.
- [21] 张玉霞,杜晓艳,张玉芹,等. 胁迫对苔草渗透调节特性的影响[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2008,23(3):289-292.
- [22] ESCALONA J. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines [J]. Journal of plant physiology, 1999, 26(1): 421-433.

(上接第5页)



注:CK为清水对照;T₁为普通蒸腾抑制剂处理;T₂为海藻蒸腾抑制剂处理。

Note: CK. Clear water control; T₁. Conventional anti-transpirants treatment; T₂. Seaweed anti-transpirants treatment.

图3 不同处理对龙爪槐叶片MDA含量的影响

Fig. 3 Effects of different treatments on MDA content of *Sophora japonica* leaves

果最好。另外,叶面喷施海藻蒸腾抑制剂还具有延缓植物衰老的效果。

综上所述,叶面喷施富含海藻活性物质的海藻蒸腾抑制剂150倍稀释液,能够有效抑制夏季高温条件下龙爪槐叶片的水分散失,维持较好的叶片水分状况,减轻水分胁迫的伤害,延缓叶片衰老,使叶片水平的蒸腾效率增加,对促进光合作用也具有一定效果。

参考文献

- [1] 师长海,孔少华,翟红梅,等. 喷施抗蒸腾剂对冬小麦旗叶蒸腾效率的影响[J]. 中国生态农业学报,2011,19(5):1091-1095.
- [2] 姚全胜,雷新涛,苏俊波,等. 喷施蒸腾抑制剂对毛叶枣叶片光合参数的影响[J]. 热带作物学报,2009,30(2):131-134.
- [3] 郭艳玲,乔振杰,郭昌春,等. 海藻肥对蔬菜种子萌发的影响[J]. 安徽农学通报,2008,14(14):68-69.
- [4] 王强,石伟勇. 海藻肥对番茄生长的影响及其机理研究[J]. 浙江农业科学,2003(2):67-70.
- [5] 周英,陈振德,王海华,等. 海藻叶面肥对菠菜和不结球白菜产量和品质的影响[J]. 中国土壤与肥料,2011(1):69-72.
- [6] 李冰. 浒苔硫酸多糖对NaCl胁迫下植物的影响[D]. 青岛:中国科学院研究生院(海洋研究所),2013:14-16.
- [7] 杨延杰,王晓伟,赵康,等. 邻苯二甲酸对萝卜种子萌发、幼苗叶片膜脂过氧化及渗透调节物质的影响[J]. 生态学报,2013,33(19):6074-6080.