

木麻黄幼苗渗透调节物对酸雨胁迫的响应研究*

袁建军

李裕红**

(泉州师范学院 泉州 362000) (厦门大学生命科学学院 厦门 361005)

摘要 对模拟 pH2.5~4.5 酸雨胁迫 3 个月后木麻黄幼苗渗透调节物含量测定结果表明, pH4.0~4.5 酸雨胁迫后木麻黄幼苗小枝可溶性糖含量显著低于对照, 但(pH2.5~3.5)酸雨胁迫后其含量显著高于对照; 与对照相比酸雨胁迫使木麻黄幼苗小枝可溶性蛋白质含量增加, 游离脯氨酸和谷胱甘肽含量则极显著增加。酸雨胁迫下木麻黄幼苗具有积累较高浓度的有机渗透调节物及改善渗透调节的生理应答能力。

关键词 木麻黄 渗透调节物 酸雨胁迫 抗逆性

Osmoregulation changes in *Casuarina equisetifolia* seedlings under acid rain stress. YUAN Jian-Jun(Quanzhou Normal College, Quanzhou 362000, China), LI Yu-Hong(School of Life Sciences, Xiamen University, Xiamen 361005, China), *CJEA*, 2005, 13(2):82~83

Abstract The osmoregulation matters were investigated in *Casuarina equisetifolia* seedlings under acid rain stress with a series of acidity (pH2.5~4.5) for 3 months. The results show that the soluble sugar contents in seedling twigs under acid rain stress with low acidity are lower than that of control, however, it is significantly higher under moderate and intensive acid rain stress. The soluble protein contents of the twigs increase under the treatment of acid rain, and the proline and GSH contents increase as well. The high concentration of osmoregulation matters in *Casuarina equisetifolia* seedlings under acid rain stress is accumulated to improve the physiological responses of osmoregulation matters.

Key words *Casuarina equisetifolia*, Osmoregulation, Acid rain stress, Resistance

(Received July 28, 2004; revised Aug. 20, 2004)

酸雨是我国东南沿海地区林业发展所面临的重要环境问题之一, 本试验研究了酸雨胁迫下木麻黄小枝可溶性糖、可溶性蛋白质、游离脯氨酸及谷胱甘肽含量随 pH 值的变化, 为明确酸雨胁迫下木麻黄幼苗渗透调节物的变化机理及其与木麻黄抗逆性的关系提供理论依据。

1 试验材料与方法

供试普通木麻黄为福建省泉州市惠安赤湖林场木麻黄种苗生产基地扦插 3 个月的营养钵小苗, 将扦插苗移入直径 25cm 的陶盆中, 每盆装当地园土 5kg(土壤 pH6.46、全 N 1.11g/kg、全 P 0.88g/kg、全 K 23.20g/kg、 Na^+ 0.10g/kg、 Cl^- 0.09g/kg 和电导率 1.10ds/m), 经室内适应性栽培 4 个月后进行酸雨胁迫处理。酸雨设 5 个 pH2.5、3.0、3.5、4.0 和 4.5 酸度处理, 以清水(pH6.5)为对照, 每盆种 3 株木麻黄, 每处理 10 个重复。酸雨离子成分模拟自然降雨中各离子浓度比^[6], 用稀硫酸配制, 酸雨胁迫 3 个月后取样测定各相关指标, 用蒽酮比色法测定木麻黄幼苗小枝可溶性糖含量^[1], 按考马斯亮兰 G250 法测定其可溶性蛋白质含量^[1], 以磺基水杨酸法测定其游离脯氨酸含量^[2], 用南京建成生物工程研究所谷胱甘肽测定试剂盒测定其谷胱甘肽含量, 均重复 3 次以上。所得数据运用 SPSS 统计软件多重分析比较个体间差异显著性。

2 结果与分析

不同 pH 值酸雨处理 3 个月后木麻黄鲜幼苗小枝可溶性糖含量的变化见表 1, 由表 1 可知 \leq pH4.0 酸雨胁迫下木麻黄鲜幼苗小枝可溶性糖含量随酸雨酸度的增强而呈降低趋势。对数据进行差异显著性多重分析表明, pH4.5 处理组与对照间呈显著性差异($0.01 < P < 0.05$), pH4.0 处理组与对照间存在极显著差异($P < 0.01$)。但当 pH2.5~3.5 酸雨胁迫时, 其可溶性糖含量极显著增加, 比对照增加 13.58%~47.63%。

* 福建省自然科学基金重点项目(D0120001)与泉州师范学院基金项目(2002L104)资助

**通讯作者

收稿日期:2004-07-28 改回日期:2004-08-20

pH2.5~3.5 酸雨胁迫时各处理之间以及各处理与对照间均存在极显著差异($P < 0.01$)。可溶性糖是木麻黄能忍耐酸雨胁迫的重要物质基础之一,其含量提高有利于降低渗透势,增强植物对酸雨胁迫的耐性。由表1可知 pH3.0~4.5 酸雨胁迫时木麻黄鲜幼苗小枝可溶性蛋白质含量随酸雨酸度的增大而增加,比对照增加 12.71%~63.28%,其中最高值位于 pH3.0 处,pH2.5 酸雨胁迫时其可溶性蛋白质含量比对照增加 25.60%。对数据进行差异显著性分析表明,pH4.0 处理与对照间存在显著差异($0.01 < P < 0.05$); pH2.5~3.5 酸雨胁迫时各处理与对照间均存在极显著差异($P < 0.01$)。由表1可知酸雨胁迫使木麻黄鲜幼苗小枝游离脯氨酸含量增加,pH4.0~4.5 酸雨胁迫时其游离脯氨酸含量随酸雨酸度的增大而增加,比对照游离脯氨酸含量增加 9.97%~19.32%,pH3.5 酸雨胁迫时其游离脯氨酸含量比对照增加 27.44%,pH3.0 酸雨胁迫时游离脯氨酸含量又比对照增加 12.37%,pH2.5 酸雨胁迫时比对照增加 51.83%。各酸雨胁迫处理之间以及各处理与对照间均存在极显著差异($P < 0.01$)。植物游离脯氨酸的增加亦为酸雨胁迫下渗透调节能力提高的重要物质基础,游离脯氨酸的增加可提高原生质亲水性,有助于植物细胞或组织持水,也可作为植物受胁迫期无毒形式的 N 源以及过剩的还原力库等。由表1可知 pH2.5~4.5 酸雨胁迫处理后木麻黄鲜幼苗小枝谷胱甘肽含量均比对照极显著增加($P < 0.01$),其增幅为 19.98%~162.86%,且随酸雨酸度的增大而呈“^”增加趋势,高峰值位于 pH3.5 处,低峰值位于 pH2.5 处。pH3.5 酸雨胁迫处理与其他处理间存在极显著差异。

3 小结与讨论

酸雨逆境中植物可溶性糖既是渗透调节剂,其含量增加有利于增加植物细胞汁液浓度、降低细胞水势和提高植物吸水能力,也是合成其他有机溶质的碳架和能量来源,并在细胞内无机离子浓度高时起保护酶类的作用。多种逆境(干旱、盐分、污染物等)胁迫下植物体内正常蛋白质合成常受到抑制,但往往会有一些被诱导出的新蛋白出现或原有蛋白质含量明显增加^[3]。本试验研究结果表明 pH2.5~3.5 酸雨胁迫下木麻黄幼苗可溶性糖累积较多;酸雨胁迫下木麻黄幼苗小枝中可溶性蛋白质含量增加,可能是因为合成了对酸雨胁迫更稳定、活性更强的同工酶,而取代对酸雨逆境不稳定的酶。许多研究表明干旱、盐害和空气污染均可导致植物体内游离脯氨酸含量迅速增加^[4,6]。逆境下植物体内游离脯氨酸的累积可能源于蛋白质降解加强;游离脯氨酸合成加强(游离脯氨酸的合成目前认为主要来自于谷氨酸和鸟氨酸的合成);游离脯氨酸的氧化减弱 3 个方面。本试验研究结果表明酸雨胁迫后木麻黄鲜幼苗小枝游离脯氨酸含量增加,但其可溶性蛋白质含量并未降低,因此可推测酸雨胁迫导致的游离脯氨酸积累主要是由于脯氨酸的合成能力加强或氧化降解能力减弱所致,而与蛋白质降解关系较小。这与 Hansen 和 Ruhl 等研究认为盐分胁迫下 NaCl 可促进谷氨酸和鸟氨酸合成脯氨酸,同时还对促进脯氨酸氧化的酶有显著抑制作用^[5]结论相似。自由基清除体系中还原型谷胱甘肽是非酶促防御体系的重要成员之一,具有抵御细胞受活性氧伤害的抗氧化特性,本研究表明酸雨胁迫下木麻黄幼苗谷胱甘肽含量的增加,可减缓酸雨对木麻黄带来的细胞膜脂过氧化伤害等,并可能延伸到保护木麻黄的固 N 功能。

参 考 文 献

- 1 李合生. 植物生理生化实验原理和技术. 北京: 高教出版社, 2000
- 2 侯彩霞. 游离脯氨酸的测定. 现代植物生理学实验指南. 北京: 科学出版社, 1999
- 3 周希琴, 李裕红. 木麻黄种子萌发对铬胁迫的生理生态响应. 中国生态农业学报, 2004, 12(1): 53~55
- 4 曹光球等. 几个树种化感物质的初步分离与生物测定. 中国生态农业学报, 2002, 10(2): 22~25
- 5 赵可夫等. 中国盐生植物. 北京: 科学出版社, 1999. 51~59
- 6 Li Yuhong, Yan Chongling, Liu Jingchun, et al. Effects of Lanthanum on the redox systems in plasma membranes of *Casuarina equisetifolia* seedlings under acid rain stress. Journal of Rare Earths, 2003, 21(5): 577~581

表1 木麻黄鲜幼苗可溶性糖、蛋白质、游离脯氨酸及谷胱甘肽含量随酸雨 pH 值的变化 *

Fig. 1 Soluble sugar, soluble protein, proline and GSH content in the twigs of *Casuarina equisetifolia* seedlings under acid rain stress

pH 值	可溶性糖/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	可溶性蛋白质/ $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$	游离脯氨酸/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$	谷胱甘肽/ $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$
pH values	Soluble sugar content	Soluble protein content	Free proline content	GSH content
2.5	23.197 ± 1.045	1.423 ± 0.123	343.263 ± 3.963	149.743 ± 6.205
3.0	17.847 ± 0.562	1.850 ± 0.125	254.060 ± 0.461	155.673 ± 10.615
3.5	20.523 ± 0.591	1.643 ± 0.116	288.127 ± 2.348	328.063 ± 9.180
4.0	13.567 ± 0.605	1.377 ± 0.112	269.760 ± 2.394	173.387 ± 9.970
4.5	14.290 ± 0.985	1.277 ± 0.061	248.633 ± 2.019	158.960 ± 6.342
对照	15.713 ± 0.680	1.133 ± 0.084	226.087 ± 1.132	124.807 ± 7.176

* 表中数据为均值 ± 标准差。