

常春油麻藤等 3 种藤本植物抗旱性生理指标研究

陈柯, 王小德

(浙江林学院 园林学院, 浙江 临安 311300)

摘要: 为研究常春油麻藤 *Mucuna sempervirens* 的抗旱机制, 利用聚乙二醇(PEG 6000)模拟 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (轻度干旱胁迫) 和 $200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (重度干旱胁迫) 2 种质量浓度的干旱胁迫环境, 分别处理 1, 3 和 5 d 后, 测定常春油麻藤在干旱胁迫下的生理指标, 并以中华常春藤 *Hedera nepalensis* var. *sinensis* 和扶芳藤 *Euonymus fortunei* 为对比材料, 比较分析常春油麻藤的抗旱性。研究表明, 随着 PEG 6000 质量浓度和处理时间的增加, 3 种藤本的叶片含水量和失水速率均呈下降趋势, 而叶片水分饱和亏缺、细胞膜透性和游离脯氨酸指标数均显著上升, 超氧化物歧化酶活性变化呈先上升后下降趋势。重度胁迫下, 常春油麻藤的游离脯氨酸质量分数显著高于扶芳藤和常春藤, 而细胞膜透性却上升幅度不大。3 种被测藤本中抗旱性排序为: 扶芳藤 > 常春油麻藤 > 中华常春藤。常春油麻藤主要通过提高体内渗透调节物质的积累和保护酶活性来抵抗干旱胁迫, 保护细胞膜结构, 提高抗旱性。图 8 表 2 参 15

关键词: 植物学; 抗旱性; 聚乙二醇(PEG 6000); 生理指标; 常春油麻藤; 中华常春藤; 扶芳藤

中图分类号: S687.3; Q945.78 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5692(2008)03-0314-05

Physiological indices of three liana species (*Mucuna sempervirens*, *Hedera nepalensis* var. *sinensis* and *Euonymus fortunei*) with drought resistance

CHEN Ke, WANG Xiao-de

(School of Landscape Architecture, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, Zhejiang, China)

Abstract: To understand drought tolerance in *Mucuna sempervirens*, physiological and morphological expression studies were done on three species of liana (*Hedera nepalensis* var. *sinensis*, and *Euonymus fortunei*) with polyethylene glycol (PEG) 6000 concentrations of $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ and $200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ for 0 (the control), 1, 3, and 5 d. All of the samples were two-year-old seedlings. Results showed that leaf water content and the rate of dehydration decreased, but water saturation deficit, electrolyte leakage, and free proline increased significantly ($P < 0.05$). Superoxide dismutase (SOD) increased at first, but then decreased. Under strong drought resistance, free proline in contents for *M. sempervirens* was significantly ($P < 0.05$) more than those of *H. nepalensis* var. *sinensis* and *E. fortunei*. Synthesize all of the indexes, drought resistance of the three lianas was *E. fortunei* > *M. sempervirens* > *H. nepalensis* var. *sinensis*. During the stressed period, proline content and SOD activity of *M. sempervirens* increased to resist drought and protect the cell membranes. [Ch, 8 fig. 2 tab. 15 ref.]

Key words: botany; drought resistance; polyethylene glycol (PEG 6000); physiological index; *Mucuna sempervirens*; *Hedera nepalensis* var. *sinensis*; *Euonymus fortunei*

城市的快速发展, 形成了大量硬质建筑, 不仅占据了大量的绿化面积, 而且加剧了城市的热岛效应。藤本植物是园林绿化的重要组成部分, 特别是在垂直和边坡绿化中起着举足轻重的作用。常春油

收稿日期: 2007-07-09; 修回日期: 2007-11-26

基金项目: 浙江省科学技术攻关项目(2004C32068); 浙江省林业厅资助项目(2002A18); 浙江省临安市科技局资助项目(2002)

作者简介: 陈柯, 硕士研究生, 从事园林植物引种与应用等研究。E-mail: chenke19836@163.com。通信作者: 王小德, 教授, 博士, 从事园林植物引种与应用、植物造景和生态园林研究。E-mail: wxd65@zjfc.edu.cn

麻藤 *Mucuna sempervirens*, 别名常春黎豆藤, 豆科 Leguminosae 油麻藤属 *Mucuna*^[1] 植物, 在我国四川、贵州、云南、陕西南部(秦岭南坡)、湖北、浙江、湖南、福建、广东、广西等地均有自然分布, 是良好的垂直绿化材料。目前, 对常春油麻藤的研究较少^[2,3], 对其抗性的研究工作相对滞后, 直接影响藤本植物在绿化中的合理应用和普及。文章以常春油麻藤为主要研究对象, 采用聚乙二醇(以下称 PEG 6000)模拟水分胁迫方法, 测定^[4]它与中华常春藤 *Hedera nepalensis* var. *sinensis* 和扶芳藤 *Euonymus fortunei* 的抗旱性生理指标, 比较研究3种藤本的抗旱性, 并探索其内部抗旱机制, 旨在为城市公路的边坡绿化和立体绿化系统的优化配置提供科学依据, 也为进一步开发利用本土优良藤本资源提供资料。

1 材料与方法

1.1 材料及处理

实验材料为常春油麻藤、中华常春藤和扶芳藤2年生实生苗。将苗木置于浙江林学院智能温室大棚中培养3个月, 选择生长良好, 长势基本一致的苗木放入装有 Hoagland's 营养液的锥形瓶中缓苗1周, 再采用 PEG 6000 溶液进行根系渗透胁迫处理, PEG 6000 质量浓度分别为 $50 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (轻度干旱胁迫) 和 $200 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ (重度干旱胁迫), 设置对照, 分别于处理1, 3和5 d后, 从植株上部第5对叶片起, 向下取功能叶片测定各项生理指标, 每个处理重复3次。

1.2 方法

烘干称量法^[5]测定水分饱和和亏缺; 自然干燥法^[6]测定叶片保水力; 酸性茚三酮比色法^[7]测定游离脯氨酸(Pro)质量分数; 电导法(DDS-1 IA 电导仪)^[8]测定细胞膜透性; 依据超氧化物歧化酶(SOD)抑制氮蓝四唑(NBT)在光下的还原作用^[8,9]来确定 SOD 活性。实验数据用 Excel 2003 和 DPS V8.5 软件分析, 采用隶属函数法^[10]综合评价3种藤本植物的抗旱能力。

2 结果与分析

2.1 水分饱和和亏缺

由图1可见, 轻度胁迫下, 扶芳藤和常春油麻藤差异不显著, 但两者与中华常春藤种间差异显著。未经胁迫处理时, 中华常春藤的水分饱和和亏缺相对较高, 扶芳藤和常春油麻藤的种间差异很小。胁迫处理1 d后, 3种植物的水分饱和和亏缺比对照有显著提高, 胁迫3 d后, 扶芳藤和常春油麻藤的水分饱和和亏缺仍上升较快, 分别为对照的6.0和7.3倍, 而中华常春藤的水分饱和和亏缺变化不大, 仅为对照的2.5倍。由图2可见, 重度胁迫下, 常春油麻藤水分饱和和亏缺明显低于另两种藤本, 差异显著。扶芳藤的水分饱和和亏缺随处理天数上升最快, 处理5 d后, 常春油麻藤、中华常春藤和扶芳藤的水分饱和和亏缺分别比对照上升10.6, 4.1和16.9倍。除了扶芳藤处理3和5 d后, 轻度和重度差异显著外, 不同程度的干旱胁迫对常春油麻藤和中华常春藤的水分饱和和亏缺的影响差异不显著。

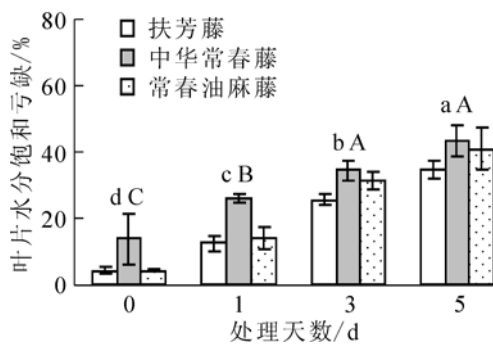


图1 轻度干旱胁迫条件下叶片饱和和亏缺比较

Figure 1 Comparison of water saturated deficit under weak drought stress

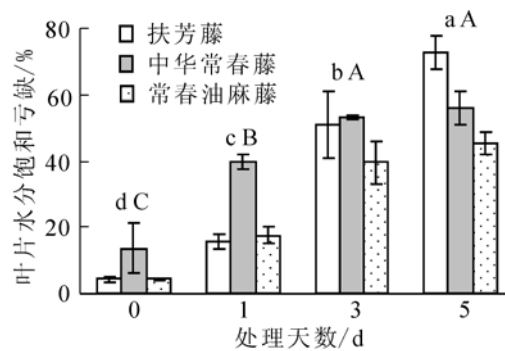


图2 重度干旱胁迫条件下叶片饱和和亏缺比较

Figure 2 Comparison of water saturated deficit under severe drought stress

2.2 叶片保水力

由图3和图4可知,叶片含水量和失水速率变化趋势均随脱水时间延长而减小,扶芳藤的叶片含水量显著高于常春油麻藤和中华常春藤。常春油麻藤、扶芳藤和中华常春藤分别在处理1,3和8h后,叶片含水量开始显著下降。脱水24h后,常春油麻藤,扶芳藤和中华常春藤的干质量含水量分别下降为初始状态的14.8%,37.6%和50.2%。3种藤本的叶片失水速率种间差异显著。常春油麻藤和扶芳藤在自然干燥1h后叶片水分大量散失,与对照差异显著,之后失水变化呈波动状态,但变化幅度不大。中华常春藤在自然干燥5h后,叶片失水速率才有显著下降。经过24h自然干燥,常春油麻藤、扶芳藤和中华常春藤的平均失水速率分别为17.8%和10.9%和6.3%。

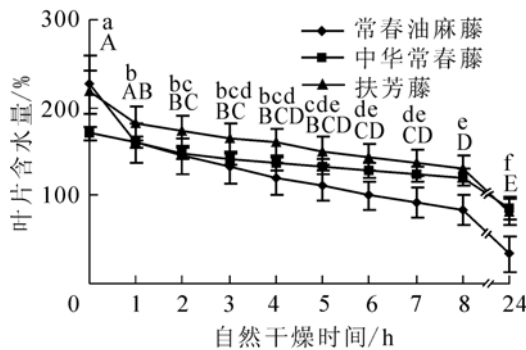


图3 叶片含水量比较

Figure 3 Comparison of leaf water contents after natural drying for 24 hours

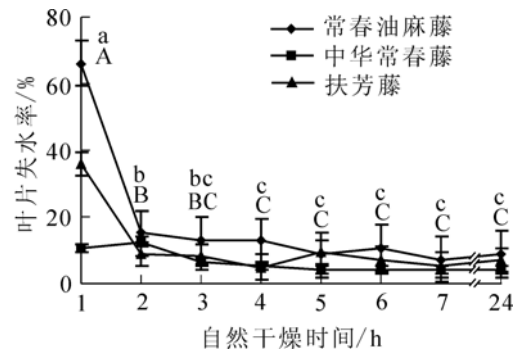


图4 叶片失水速率比较

Figure 4 Comparison of rate of water loss after natural drying for 24 hours

2.3 细胞膜透性

由表1可知,3种藤本的细胞膜透性种间差异显著。轻度胁迫处理下,常春油麻藤的细胞膜透性变化不显著,处理5d后,细胞膜透性为对照的1.3倍;而中华常春藤和扶芳藤在处理3d后,膜透性均比对照有显著上升,处理5d后,两者的细胞膜透性分别为对照的1.7和3.2倍。重度胁迫处理下,中华常春藤的细胞膜透性显著高于其他2种藤本,处理5d后,常春油麻藤、扶芳藤和中华常春藤的细胞膜透性分别为对照2.0,3.8和2.3倍。不同程度干旱处理对常春油麻藤和扶芳藤的细胞膜透性影响都有显著差异,而中华常春藤仅在处理5d后差异显著。

表1 干旱胁迫对3种藤本植物细胞膜透性的影响

Table 1 Effect of drought stress on the electrolyte leakage of three tested liane species

干旱胁迫	胁迫天数/d	细胞膜透性		
		扶芳藤	中华常春藤	常春油麻藤
轻度	ck	0.148 3 ± 0.018 5 d D	0.336 4 ± 0.061 9 c C	0.307 9 ± 0.029 9 cd C
	1	0.185 3 ± 0.008 5 d D	0.372 8 ± 0.014 4 c BC	0.375 7 ± 0.006 3 bcd C
	3	0.403 1 ± 0.011 1 b B	0.547 7 ± 0.112 2 abc ABC	0.377 3 ± 0.018 7 bcd C
	5	0.467 6 ± 0.039 6 ab AB	0.554 7 ± 0.102 3 abc ABC	0.400 3 ± 0.022 6 bc C
重度	ck	0.148 3 ± 0.018 5 d D	0.336 4 ± 0.061 9 c C	0.307 9 ± 0.029 9 d C
	1	0.301 9 ± 0.016 0 c C	0.448 5 ± 0.021 7 bc ABC	0.437 7 ± 0.00 5 b BC
	3	0.569 2 ± 0.008 0 a A	0.675 0 ± 0.092 1 ab AB	0.533 5 ± 0.036 1 a AB
	5	0.569 6 ± 0.047 9 a AB	0.774 3 ± 0.023 9 a A	0.618 5 ± 0.019 3 a A

2.4 对渗透调节物质和保护酶活性影响

植物组织内Pro含量是水分胁迫下的一种重要的响应特征^[11]。由图5和图6可见,在干旱胁迫处理下,3种藤本植物的Pro质量分数呈上升趋势。轻度胁迫下,3种藤本种间差异不显著;处理1d

后，常春油麻藤的 Pro 质量分数与对照差异不显著，处理 3 和 5 d 后，Pro 质量分数显著上升。重度胁迫下，常春油麻藤的 Pro 显著高于另两种藤本，在处理 3 和 5 d 后，常春油麻藤的 Pro 质量分数分别为对照的 6.7 和 7.9 倍，而扶芳藤和中华常春藤则在处理 5 d 后，Pro 才有显著上升。不同程度水分胁迫对 3 种藤本的 Pro 质量分数的影响均差异显著。

3 种藤本的 SOD 种间活性差异不显著，都呈先上升后下降的趋势(图 7，图 8)。轻度胁迫下，常春油麻藤的 SOD 活性先上升后下降，但变化幅度不大，差异不显著。轻度胁迫处理 5 d 后，常春油麻藤 SOD 活性显著下降，为对照的 70%。重度胁迫下，处理 1 d 后，常春油麻藤的 SOD 活性达到最高点，为对照的 1.33 倍。在不同程度的胁迫处理条件下，扶芳藤和常春油麻藤的 SOD 活性相对较高，扶芳藤在干旱处理 1, 3 和 5 d 后，SOD 活性变化均不显著。中华常春藤也只在重度胁迫 5 d 后，SOD 有显著下降。不同程度胁迫对 3 种藤本的 SOD 影响差异不显著。

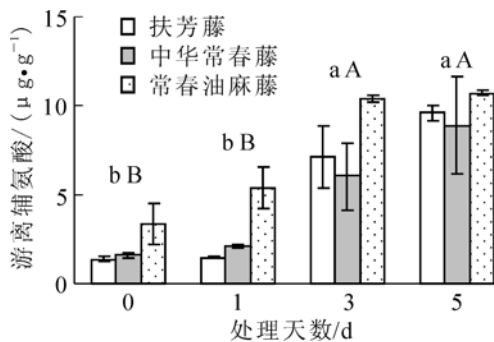


图 5 轻度干旱胁迫下游离脯氨酸质量分数比较

Figure 5 Comparison of Pro contents under weak drought stress

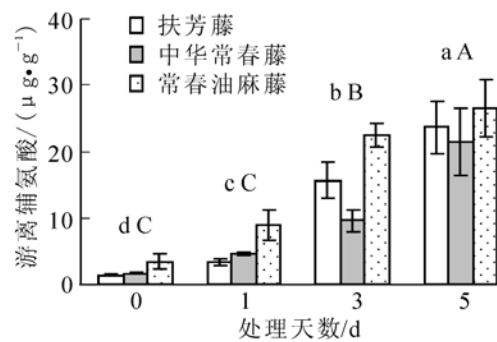


图 6 重度干旱胁迫下游离脯氨酸质量分数比较

Figure 6 Comparison of Pro contents under severe drought stress

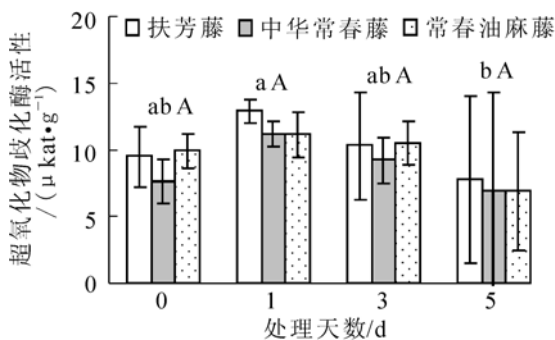


图 7 轻度干旱胁迫下 SOD 活性比较

Figure 7 Comparison of SOD activity under weak drought stress

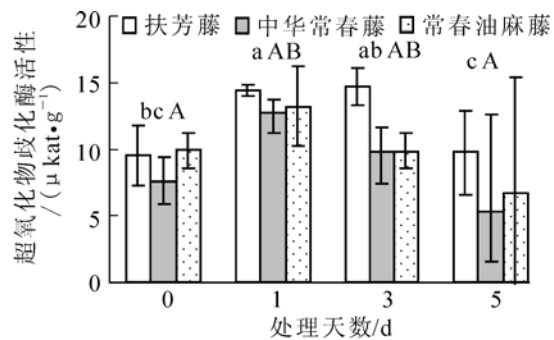


图 8 重度干旱胁迫下 SOD 活性比较

Figure 8 Comparison of SOD activity under severe drought stress

2.5 抗旱性指标综合评价

植物的抗旱性受多种因素影响，不同植物的抗旱机理也各不相同，所以单个生理指标不能完全反映植物的抗旱特性，应对多个指标综合分析，来研究植物的抗旱能力。通过隶属函数法综合分析可知，3 种常绿藤本中扶芳藤的抗旱性最强，其次是常春油麻藤，中华常春藤抗旱性相对较弱(表 2)。

3 结论

渗透调节物质有助于植物细胞组织的持水作用，减少组织或细胞由于脱水造成的伤害，

表 2 3 种藤本的抗旱能力综合评价

Table 2 Comprehensive appraisal of drought-resistance ability of three tested liane species

生理指标	中华常春藤	扶芳藤	常春油麻藤
Pro 质量分数	0.404 6	0.430 2	0.537 4
叶片饱和和亏缺	0.580 7	0.476 8	0.522 7
SOD 活性	0.448 6	0.563 9	0.566 5
叶片失水速率	0.721 3	0.809 9	0.818 1
叶片含水量	0.574 2	0.533 0	0.450 9
电导率	0.256 7	0.562 0	0.421 4
平均分	0.493 7	0.560 9	0.552 2
抗旱能力排序	3	1	2

但也有人认为 Pro 含量的增加与水分关系不大^[12]。赵黎芳等^[13]认为,扶芳藤抗旱性与保护酶活性和渗透调节物质含量有关。本次实验发现:中华常春藤的叶片保水能力较强,但抗旱能力却较弱。在重度干旱胁迫下,常春油麻藤体内的 Pro 积累水平明显高于其他 2 种藤本,而它的细胞膜透性却变化相对平缓,说明常春油麻藤通过体内渗透调节物质的迅速积累来调节水势,保护细胞膜结构,维持其正常的生理功能^[14]。在重度胁迫下,扶芳藤和常春油麻藤保持较高的 SOD 活性,避免或减轻了体内活性氧对膜系统的伤害,抑制膜脂过氧化作用^[15],这也是它们细胞膜透性指标显著低于中华常春藤的原因之一。

研究表明,常春油麻藤是一种抗旱能力较强的常绿藤本,适应管理粗放、干旱缺水的环境。今后,我国城市公路的边坡绿化和立体绿化工程,可因地制宜地运用该植物材料,提高绿化效果、减少管护成本。

参考文献:

- [1] 韦直,何业祺. 浙江植物志:第3卷[M]. 杭州:浙江科学技术出版社,1993:371-372.
- [2] 刘光立,陈其兵. 成都市4种垂直绿化植物生态学效应研究[J]. 西华师范大学学报:自然科学版,2004,25(3):259-262.
- [3] 张庆费,夏楠. 光胁迫对一些城市绿化植物光合速率的影响[C]//中国植物生理学会. 中国植物生理学会全国学术年会暨成立40周年庆祝大会学术论文摘要汇编. 杭州:[出版者不详],2003:156.
- [4] 刘世鹏,刘济明,陈宗礼. 模拟干旱胁迫对枣树幼苗的抗氧化系统和渗透调节的影响[J]. 西北植物学报,2006,26(9):1781-1787.
- [5] 王韶唐,荆家海,丁钟荣,等. 植物生理学实验指导[M]. 西安:陕西科学技术出版社,1987:2-10,149-151.
- [6] 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册[M]. 上海:上海科学技术出版社,1985:67-70.
- [7] 邹奇. 植物生理学实验指导[M]. 北京:中国农业出版社,1995:97-106.
- [8] 李合生,孙群,赵世杰,等. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:105-109.
- [9] 高俊凤. 植物生理学实验指导[M]. 北京:高等教育出版社,2006:15-16,208.
- [10] 黎燕琼,刘兴良,郑绍伟,等. 岷江上游干旱河谷4种灌木的抗旱生理动态变化[J]. 生态学报,2007,27(3):870-878.
- [11] 向佐湘,许桂芳,蒋文君. 干旱胁迫对4种刺篱植物抗性生理生化指标的影响[J]. 浙江林学院学报,2007,24(1):10-11.
- [12] 孙宪芝,郑成淑,王秀峰. 木本植物抗旱机理研究进展[J]. 西北植物学报,2007,27(3):629-634.
- [13] 赵黎芳,张金政,张启翔,等. 水分胁迫下扶芳藤幼苗保护酶活性和渗透调节物质的变化[J]. 植物研究,2003,23(4):437-442.
- [14] BOWLER C, VanMONTAGU M, LNZE D. Superoxide dismutase and stress tolerance [J]. *Ann Rev Plant Physiol Plant Mol Biol*, 1992, 43: 83-116.
- [15] 杨秀艳,季孔庶,王章荣,等. 杂交鹅掌楸苗期超氧化物歧化酶和过氧化物酶的活力变异[J]. 浙江林学院学报,2005,22(4):385-389.