

6种针叶树种熏气后生理指标的变化

宫伟, 杨轶华, 佟斌, 孙波 (黑龙江省科学院自然与生态研究所湿地与生态保育国家地方联合工程实验室, 黑龙江省特色动植物利用工程技术研究中心, 黑龙江哈尔滨 150040)

摘要 [目的]研究6种针叶树种熏气后的生理指标变化,为绿化树种选择提供参考依据。[方法]选择哈尔滨市常见的樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松和爬地柏共6种针叶树种,模拟汽车尾气进行熏气试验,通过测定这6种针叶树种的相对电导率、叶绿素、游离脯氨酸、丙二醛含量的变化,分析它们对熏气的抗性。[结果]樟子松、黑皮油松、杜松、长白落叶松对熏气的抗性较强,红皮云杉和爬地柏对熏气的抗性较弱。[结论]樟子松、黑皮油松、杜松、长白落叶松更适合作为城市园林绿化的行道树,红皮云杉和爬地柏适宜作为公园、学校和居民区的景观绿化树。

关键词 熏气; 针叶树种; 生理指标

中图分类号 S718.43 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2016)30-0133-03

Variation of Physiological Indexes of Six Kinds of Coniferous Trees after Fumigation

GONG Wei, YANG Yi-hua, TONG Bin et al (Institute of Natural Resource and Ecology, Heilongjiang Academy of Sciences, National and Provincial Joint Engineering Laboratory of Wetlands and Ecological Conservation, Characteristic Animal and Plant Utilization Engineering Technology Research Center of Heilongjiang Province, Harbin, Heilongjiang 150040)

Abstract [Objective] To research the physiological indexes changes of six kinds of coniferous trees after fumigation, and to provide references for the selection of greening tree species. [Method] Six coniferous trees commonly seen in Harbin were selected, which were *Pinus sylvestris*, *Pinus tabulaeformis* var. *mukdensis*, *Larix olgensis*, *Picea koraiensis*, *Juniperus rigida* and *Sabina procumbens*. Automobile exhaust was simulated by fumigation test. Changes of relative electric conductivity, chlorophyll, free proline and malondialdehyde content were detected. And their resistance to fumigation was analyzed. [Result] *Pinus sylvestris*, *Pinus tabulaeformis* var. *mukdensis*, *Juniperus rigida* and *Larix olgensis* had relatively strong resistance to fumigation; while *Picea koraiensis* and *Sabina procumbens* had relatively weak resistance. [Conclusion] *Pinus sylvestris*, *Pinus tabulaeformis* var. *mukdensis*, *Juniperus rigida* and *Larix olgensis* are relatively suitable to be used as forestation trees in city; while *Picea koraiensis* and *Sabina procumbens* are suitable to be used as the greening trees in garden, school and residential area.

Key words Fumigation; Coniferous tree species; Physiological index

随着经济的发展,空气污染越来越严重,对人体健康造成极大的威胁。园林植物是城市生态环境的重要组成部分,对于一定浓度范围内的大气污染物,不仅具有一定的抵抗力,而且具有吸收能力,不同种类植物净化空气污染功能不尽相同。选择一些吸收净化能力较高并有较强抗性的园林绿化树种,是防治大气污染的重要途径^[1-3]。

黑龙江省属于高纬度区域,由于特殊的气候环境,秋冬季节大部分绿色植物叶都进入休眠状态,这段长达6个月之久的时间恰是空气污染最为严重的时期。针叶树种(除落叶松外)是非常重要的—类常绿树种,研究针叶树种的净化空气功能对黑龙江省的空气污染治理具有重要的意义。

大气污染对植物的影响极为严重,生长在污染环境条件下的植物,其生理生化指标会发生相应的变化^[4-7]。植物生理指标是体现其空气污染抗性的重要标志,研究植物生理指标的变化,可以分析出它们对空气污染的抗性强弱。选择哈尔滨市常见的6种针叶树种,对其熏气后的生理指标变化进行研究,为绿化树种选择提供参考依据。

1 材料与方 法

1.1 材料 2013年5月份将哈尔滨市典型的6种针叶树种黑皮油松、红皮云杉、长白落叶松、樟子松、杜松、爬地柏4~5年生健壮苗木盆栽,选择同一园土(为东北地区典型的暗棕壤腐殖层、淀积层土壤,pH 6.5,有机质含量<10%)作为栽培基质,将苗木栽植到相同规格的容器中缓苗约60 d,常

规管理。

1.2 试验设计 7月将待处理的苗木放到搭建好的半开放式熏气室内适应环境3~6 d,处理前1 d,每盆苗木均匀浇水。试验选在晴朗无风的天气进行,室内温度为25~30℃,湿度为60%~75%。

在熏气室内利用5.5HP汽油发动机(力帆)模拟汽车尾气进行熏气,熏气浓度分别为二氧化硫(1.860±0.020)mg/m³、氮氧化物(29.650±0.350)mg/m³,熏气试验持续时间为18 d,每天3次,每次30 min,同时选择室外无污染区域放置相同大小的盆栽植物,作为对照(CK)。

1.3 测定指标与方法 试验开始后每3 d取1次叶片,在树种的上、中、下各部分随机采样,将树叶小心封存于塑料袋中,带回实验室处理。经相应处理后进行相对电导率、叶绿素、游离脯氨酸和丙二醛含量的测定,观察其变化并分析比较。

植物叶片细胞质膜透性测定采用相对电导率法,叶绿素含量测定采用95%丙酮-乙醇混合液法,游离脯氨酸含量测定采用酸性茚三酮方法^[8],丙二醛含量测定采用硫代巴比妥酸法。

2 结果与分析

2.1 熏气胁迫对6种针叶树种叶片细胞质膜透性的影响 从表1可知,胁迫3 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的相对电导率分别较CK增加了14.80%、18.75%、37.34%、35.11%、18.04%和34.78%,其中长白落叶松、红皮云杉、爬地柏的相对电导率上升较快。随着处理时间的增加,樟子松、长白落叶松、红皮云杉、杜松

作者简介 宫伟(1977-),男,黑龙江哈尔滨人,副研究员,硕士,从事园林植物资源研究。

收稿日期 2016-08-31

相对电导率的增幅变缓,黑皮油松、爬地柏的相对电导率都是持续上升。当处理时间达18 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的相对电导率分别较CK增

加了78.16%、143.48%、120.89%、149.62%、84.71%和135.94%,其中黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、爬地柏的相对电导率上升较快。

表1 6种针叶树种叶片的相对电导率

Table 1 The relative conductivity of leaves of six kinds of coniferous tree species

树种 Tree species	处理时间 Treatment time//d						
	CK	3	6	9	12	15	18
樟子松 <i>Pinus sylvestris</i>	4.12	4.73	5.58	6.43	6.85	7.14	7.34
黑皮油松 <i>Pinus tabuliformis var. mukdensis</i>	3.68	4.37	6.03	6.85	7.65	8.26	8.96
长白落叶松 <i>Larix olgensis</i>	3.16	4.34	5.22	5.81	6.27	6.56	6.98
红皮云杉 <i>Picea koraiensis</i>	2.62	3.54	4.46	5.38	6.00	6.30	6.54
杜松 <i>Juniperus rigida</i>	3.27	3.86	4.15	4.55	4.84	5.27	6.04
爬地柏 <i>Sabina procumbens</i>	3.45	4.65	5.45	6.20	6.75	7.53	8.14

2.2 熏气胁迫对6种针叶树种叶片叶绿素含量的影响 由表2可知,胁迫3 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的叶绿素含量分别较CK下降了6.88%、5.76%、3.93%、9.07%、4.16%和6.10%,其中樟子松、红皮云杉、爬地柏的叶绿素含量下降较快。当处理时间达18 d

时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的叶绿素含量分别较CK下降了38.34%、29.31%、26.92%、42.03%、27.63%和31.82%,其中樟子松、红皮云杉、爬地柏的叶绿素总量下降幅度较大。

表2 6种针叶树种叶片的叶绿素含量

Table 2 Chlorophyll contents of leaves of six kinds of coniferous tree species

树种 Tree species	处理时间 Treatment time//d						
	CK	3	6	9	12	15	18
樟子松 <i>Pinus sylvestris</i>	2.564 0	2.387 6	2.034 1	1.865 3	1.726 4	1.697 0	1.581 0
黑皮油松 <i>Pinus tabuliformis var. mukdensis</i>	1.763 0	1.661 5	1.553 4	1.461 7	1.382 9	1.305 6	1.246 3
长白落叶松 <i>Larix olgensis</i>	1.182 5	1.136 0	1.067 8	0.986 2	0.936 4	0.882 0	0.864 2
红皮云杉 <i>Picea koraiensis</i>	3.370 9	3.065 0	2.756 4	2.456 1	2.216 0	2.087 3	1.954 0
杜松 <i>Juniperus rigida</i>	4.649 4	4.456 1	4.137 8	3.852 0	3.642 1	3.489 6	3.365 0
爬地柏 <i>Sabina procumbens</i>	3.455 7	3.245 0	2.943 1	2.735 7	2.601 2	2.481 6	2.356 2

2.3 熏气胁迫对6种针叶树种叶片游离脯氨酸含量的影响 由表3可知,胁迫3 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的游离脯氨酸含量分别较CK上升了8.27%、7.69%、8.74%、7.76%、14.92%和10.45%,其中长白落叶松、杜松、爬地柏的游离脯氨酸含量上升较快。

当处理时间达18 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的游离脯氨酸含量分别较CK上升了33.64%、32.97%、56.74%、23.24%、34.19%和27.37%,其中樟子松、长白落叶松、杜松的游离脯氨酸含量上升幅度较大。

表3 6种针叶树种叶片的游离脯氨酸含量

Table 3 Free proline content of leaves of six kinds of coniferous tree species

树种 Tree species	处理时间 Treatment time//d						
	CK	3	6	9	12	15	18
樟子松 <i>Pinus sylvestris</i>	16.20	17.54	18.63	19.32	20.10	20.96	21.65
黑皮油松 <i>Pinus tabuliformis var. mukdensis</i>	80.00	86.15	91.42	96.39	100.75	103.21	106.38
长白落叶松 <i>Larix olgensis</i>	13.50	14.68	15.95	17.35	18.30	20.85	21.16
红皮云杉 <i>Picea koraiensis</i>	29.35	31.63	32.36	32.84	33.93	35.20	36.17
杜松 <i>Juniperus rigida</i>	10.12	11.63	12.37	12.65	12.85	13.16	13.58
爬地柏 <i>Sabina procumbens</i>	12.53	13.84	13.64	13.98	14.23	14.85	15.96

2.4 熏气胁迫对6种针叶树种叶片丙二醛含量的影响 由表4可知,胁迫3 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的丙二醛含量分别较CK增加了7.25%、2.61%、5.73%、19.92%、2.76%和4.55%,其中樟子松、红皮云杉的丙二醛含量上升较快,说明它们受熏气影响出现受害情况的时间比较快,黑皮油松和杜松的丙二醛含量上升较慢,

说明它们受熏气影响出现受害情况的时间比较慢,表现出较强的抗性。当处理时间达18 d时,樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松、爬地柏的丙二醛含量分别较CK增加了38.07%、26.33%、61.71%、112.58%、23.19%和56.75%,其中长白落叶松、红皮云杉和爬地柏的丙二醛含量增加幅度较大;黑皮油松和杜松的丙二醛含量增加幅度较小。

表 4 6 种针叶树种叶片的丙二醛含量

Table 4 MDA content of leaves of six kinds of coniferous tree species

μmol/g

树种 Tree species	处理时间 Treatment time//d						
	CK	3	6	9	12	15	18
樟子松 <i>Pinus sylvestris</i>	42.32	45.39	47.12	50.30	53.25	56.13	58.43
黑皮油松 <i>Pinus tabulaeformis</i> var. <i>mukdensis</i>	33.72	34.60	36.08	37.52	39.23	41.05	42.60
长白落叶松 <i>Larix olgensis</i>	14.65	15.49	16.45	17.92	20.38	22.05	23.69
红皮云杉 <i>Picea koraiensis</i>	35.60	42.69	51.03	59.20	66.38	72.56	75.68
杜松 <i>Juniperus rigida</i>	8.32	8.55	8.81	9.16	9.68	10.03	10.25
爬地柏 <i>Sabina procumbens</i>	6.15	6.43	7.12	7.86	8.24	8.93	9.64

3 讨论与结论

(1) 各种不良环境因素对细胞的影响往往首先作用于脂质和蛋白质所构成的生物膜,表现为细胞膜透性增大,细胞内部分电解质外渗。电解质外渗量的多少与叶片外部受害有一定的相关性,在一定的剂量范围内成正比。通过试验可以分析出在熏气过程中黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、爬地柏的细胞膜较容易受到伤害,樟子松、杜松的细胞膜受到的伤害较轻,说明樟子松、杜松对熏气的抗性较强。

(2) 叶绿素是植物进行光合作用的基础物质,叶绿素含量的变化可以反映植物叶片光合作用功能的强弱以及表征逆境胁迫下植物组织、器官的衰老状况。汽车尾气中的 SO₂、NO₂ 等有害气体破坏叶绿素,从而影响植物光合作用和植株的生长状况。SO₂ 会首先破坏植物体内的叶绿素 b,再破坏叶绿素 a,所以叶绿素总量是衡量叶片受损的重要指标。在长时间的熏气胁迫下,红皮云杉、樟子松、爬地柏的叶绿素总量下降幅度较大,这说明红皮云杉、樟子松、爬地柏的光合作用系统较容易受到破坏,其对熏气的抗性较弱。

(3) 脯氨酸是水溶性最大的氨基酸,它具有较强的水合能力,在正常情况下,植物游离脯氨酸含量很少,而在干旱、盐碱等逆境胁迫下,游离脯氨酸会大量积累,超出正常值,积累指数与植物抗逆性相关。游离脯氨酸增加有助于细胞或组织持水,减少脱水,维持各器官较强的渗透调节能力,从而提高植株对不良环境的适应能力。樟子松、长白落叶松、杜松的游离脯氨酸含量上升幅度较大,这说明在长时间的熏气胁迫下,它们的适应性较强。红皮云杉游离脯氨酸含量上升幅度最小,说明熏气对它伤害较大。

(4) 植物在逆境胁迫过程中,细胞内产生的过量自由基引发或加剧脂膜过氧化作用,造成细胞膜系统损伤,严重时会导致细胞死亡,而积累脂膜过氧化物的最终分解产物即

是丙二醛。丙二醛是细胞中有毒性的物质,能够引起细胞膜功能紊乱。丙二醛含量的变化反映着尾气胁迫下细胞内氧自由基积累导致的脂膜过氧化程度,而脂膜过氧化程度的改变可反映植物细胞受损伤的程度。试验中长白落叶松、红皮云杉和爬地柏的丙二醛含量增加幅度较大,这说明在长时间的熏气胁迫下,它们的细胞膜受破坏程度较大;黑皮油松和杜松的丙二醛含量增加幅度较小,可以看出它们在熏气胁迫过程中,抵抗脂膜过氧化的能力比较强,可以推测其细胞膜受破坏的程度比较轻。

通过对樟子松、黑皮油松、长白落叶松、红皮云杉、杜松和爬地柏这 6 种针叶树熏气试验后 4 种生理指标变化分析,可以发现樟子松、黑皮油松、杜松、长白落叶松对熏气的抗性较强,红皮云杉和爬地柏对熏气的抗性较弱,其中樟子松、黑皮油松、杜松、长白落叶松更适合作为城市园林绿化的行道树,红皮云杉和爬地柏适宜作为公园、学校和居民区的景观绿化树。

参考文献

- [1] 温达志,孔国辉,张德强,等. 30 种园林植物对短期大气污染的生理生态反应[J]. 植物生态学报,2003,27(3):311-317.
- [2] 温达志,陆耀东,旷远文,等. 39 种木本植物对大气污染的生理生态反应与敏感性[J]. 热带亚热带植物学报,2003,11(4):341-347.
- [3] 周速,石泉花. 植物与大气污染[J]. 新乡教育学院学报,2003,16(4):77-78.
- [4] 杨志刚. 大气污染对香樟叶片几种生理生化指标的影响[J]. 常熟高专学报,2003,17(2):73-75.
- [5] 陶玲,任珺,杜忠. 二氧化硫对绿化树种生理指标的影响[J]. 环境化学,2007,26(5):710-711.
- [6] 李海亮,赵庆芳,王秀春,等. 兰州市大气污染对绿化植物生理特性的影响[J]. 西北师范大学学报(自然科学版),2005,41(1):55-57.
- [7] 张银龙,陆亚芳,王亚超. 大气污染梯度下树木附生苔藓植物生理生化指标的变化[J]. 南京林业大学学报(自然科学版),2006,30(5):5-9.
- [8] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:195-197.
- [9] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:195-197.
- [10] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:195-197.
- [11] 李合生. 植物生理生化实验原理和技术[M]. 北京:高等教育出版社,2000:195-197.
- [12] STEWART I D. A systematic review and scientific critique of methodology in modern urban heat island literature[J]. International journal of climatology, 2011,31(2):200-217.
- [13] 徐涵秋. 基于城市地表参数变化的城市热岛效应分析[J]. 生态学报,2011,31(14):3890-3901.
- [14] NASA. Landsat 7 science data users handbook[EB/OL]. (2011-03-11)[2012-12-28]. <http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov>.
- [15] 覃志豪,李文娟,徐斌,等. 陆地卫星 TM6 波段范围内地表比辐射率的估计[J]. 国土资源遥感,2004(3):28-36,41.
- [16] GETIS A, ORD J K. The analysis of spatial association by use of distance statistics[J]. Geographical analysis, 1992,24(3):189-206.
- [17] 张伟,蒋锦刚,朱玉碧. 基于空间统计特征的城市热环境时空演化[J]. 应用生态学报,2015,26(6):1840-1846.
- [18] 王鹏龙,张建明,吕荣芳. 基于空间自相关的兰州市热环境[J]. 生态学杂志,2014,33(4):1089-1095.
- [19] ORD J K, GETIS A. Local spatial autocorrelation statistics: Distributional issues and application[J]. Geographical analysis, 1995,27(4):286-306.
- [20] 江振蓝,林爱平. 基于 HIS 变换的城镇用地信息快速提取新方法[J]. 闽江学院学报,2011,32(2):131-136.

(上接第 45 页)