

石油化工污染大气对北方常见绿化树木
的伤害及不同绿化树木的反应

442-445

郑蔚虹

张东向

赫延龄

王亚昆

刘辉

(齐齐哈尔大学师范学院生物系 齐齐哈尔 161006)

X 508.23

STUDY ON INJURY OF PETROCHEMICAL
POLLUTION AIR OF DAQING TO TREES

Zheng Weihong Zhang Dongxiang He Yanling Wang Yakun Liu Hui

(Department of Biology, Qiqihar Teachers' College, Qiqihar, 161006, China)

石油的开采、炼油及其副产品的加工等生产过程都会排放出许多有毒物质,造成严重的环境污染,对在其环境中生长的绿化树木发生伤害作用,在形态和生理上都会出现相应的反应。通过大庆石油化工总厂院内及附近地区现场调查,栽植的树木当年的成活率只有70%,3a后均全部死亡,每年都要花大量的人力、物力从事植树造林,人们估计可能与石油化工污染有关。对此,将被大庆石油化工污染大气处理的绿化树木,进行了部分生理指标的初步探讨,为石油化工污染对植物及树木的伤害研究和抗污树种的选择提供了科学依据。

1 材料和方法

1.1 材料 选取云杉(*Picea koraiensis*)、中东杨(*Populus davidiensis*)、旱垂柳(*Salix matsudana*)、紫丁香(*Syzygium aromaticum*)、白榆(*Ulmus pumila*)、和白蜡槭(*Acer triflorum*)等树木50cm长的枝条各40株,基部用60mg/L IBA水溶液浸泡30min,各取20株,分别扦插在公园中的两个塑料大棚的土壤中作为试验组和对照组进行生长培养,待叶片长大后进行处理。

1.2 实验方法

1.2.1 污染大气采集及处理 取5个空氧气瓶,分别置于大庆石油化工总厂的炼油、合成氨、丙烯酰胺、化纤和乙烯分厂,距车间60m左右的地方,将氧气瓶中原有的空气用真空泵抽出,然后泵入车间附近的石油化工污染大气,充入压力每瓶均为150kg/cm²,送至公园待用。将大棚封好,将试验组门上的排气孔打开,将5个钢瓶之气分别放入20kg/cm²,然后密封排气孔,6h,12h后再充气至大棚中的气体与石油化工总厂院内气体组成及浓度是相近的即总烃7.02、SO₂0.027、NH₃0.56、NO₂0.036、CO 3.00、非甲烷烃8.72(mg/m³·d),降尘26.9t/km² mon。对照组把棚门打开自然进入公园之空气,其成分总烃1.25、SO₂0.012、NH₃0.04、NO₂0.008、CO 0.008、非甲烷烃1.42(mg/m³·d),降尘6.23t/km² mon。(气体成分分析由环境保护监测站协助测定)。然后也按时密封。48h,96h后选取成龄叶片进行处理测试。

1.2.2 生理指标的测定 电导率和K⁺外渗量的测定 以张志良主编的植物生理学实验指导方法^[1],用电导率仪和火焰光度计分别进行测试。

叶绿素和可溶性糖含量测定 以分光光度法^[1]和蒽酮比色法^[1],用721型分光光度计测试。

蛋白质含量测定 用Folin-Phenol试剂法测试^[2](以牛血清蛋白制标准曲线)。

收稿日期:1996-12-14,修改稿收到日期:1997-07-09。

核酸含量测定 用植物体总核酸浓度测试^[2]。

过氧化物酶活性(POX)测定 使用型721型分光光度计用比色法测试^[1]。

超氧化物歧化酶(SOD)测定 用王爱国方法测试^[3]。

2 结果与讨论

实验结果表明石油化工污染大气对树木生理上产生较大的影响,代谢发生明显的改变,叶片浸液的电导率和 K^+ 外渗率增大(表1),叶片的叶绿素、可溶性糖、蛋白质、核酸含量下降(表2、表3),叶片中 SOD 活性降低,POX 活性升高(表4)。这充分表明石油化工污染大气破坏了各种树木的正常生理代谢,产生了伤害作用。表1可见6种树木电导率增加的幅度与 K^+ 外渗量增加的幅度呈正相关。这表明石油化工污染大气对树木叶片的细胞质膜发生了伤害,使膜透性增大,内含物大量外渗。增加的幅度越大,伤害程度就越大。

表1 石油化工污染大气处理96h 树木叶片电导率和 K^+ 外渗量的变化*

Table 1 Electric conductivity and K^+ leakage change of tree leaves treated with petrochemical pollution air for 96 hours

树木 Trees	电导率($\mu\Omega/\text{cm} \times 10^6$) Electric conductivity		污染增加值(%) Increment from pollution	K^+ 外渗量($\mu\text{g}/\text{g}\cdot\text{fw}$) K ⁺ leakage		污染增加值(%) Increment from pollution
	对照 Control	污染 Pollution		对照 Control	污染 Pollution	
	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	1.23	1.44	17.55	56	239
旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	1.54	1.80	16.88	58	243	318
白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>	1.66	2.55	53.60	54	497	820
紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	1.92	2.83	47.40	49	336	585
云杉 <i>Picea koraiensis</i>	1.35	1.54	14.07	58	214	268
白榆 <i>Ulmus pumila</i>	0.62	0.81	30.65	52	294	465

* 表中数字为10次测试的平均值。Each value in the table represents the mean of ten measurements.

表2 石油化工污染大气处理96h 树木叶片叶绿素和可溶性糖含量变化*

Table 2 Chlorophyll and soluble sugar content changes of tree leaves treated with petrochemical pollution air for 96 hours

树木 Trees	叶绿素含量(mg/g·fw) Chlorophyll content		污染下降值(%) Decrement from pollution	可溶性糖含量(mg/g·fw) Soluble sugar content		污染下降值(%) Decrement from pollution
	对照 Control	污染 Pollution		对照 Control	污染 Pollution	
	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	1.02	0.77	15.00	3.88	3.36
旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	2.13	1.81	19.1	5.60	5.18	7.5
白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>	1.29	0.73	43.4	5.16	4.08	20.9
紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	1.77	1.40	20.9	4.56	3.29	14.0
云杉 <i>Picea koraiensis</i>	1.31	1.14	13.0	5.10	4.29	3.5
白榆 <i>Ulmus pumila</i>	1.91	1.46	23.6	4.87	4.02	17.5

* 表中数字为6次测试的平均值。Each value in the table represents the mean of six measurements.

表3 石油化工污染大气处理96h 树木叶片蛋白质和核酸含量变化*
Table 3 Protein and nucleic acid content change of tree leaves treated
with petrochemical pollution air for 96 hours

树木 Trees	蛋白质含量(mg/g. fw)			污染下降值(%) Decrement from pollution	核酸含量(mg/g. fw)		污染下降值(%) Decrement from pollution
	Protein content		Nucleic acid content		Nucleic acid content		
	对照 Control	污染 Pollution			对照 Control	污染 Pollution	
中东杨 <i>Populus davidensis</i>	54.002	47.811	11.46	0.166	0.127	23.49	
旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	54.446	46.531	14.54	0.216	0.193	10.65	
白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>	46.233	33.252	28.08	0.148	0.065	56.08	
紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	71.725	53.712	25.11	0.114	0.052	54.39	
云杉 <i>Picea koraiensis</i>	35.565	30.133	15.27	0.185	0.168	9.19	
白榆 <i>Ulmus pumila</i>	64.873	49.323	23.97	0.288	0.137	21.88	

* 表中数字为6次测试的平均值. Each value in the table represents the mean of six measurements.

表4 石油化工污染大气处理48h 树木叶片SOD和POX活性的变化*
Table 4 Superoxide dismutase(SOD) and peroxide isoenzyme (POX) activity changes of tree leaves
treated with petrochemical pollution air for 48 hours

树木 Trees	SOD活性(OD/mg protein)			污染下降值(%) Decrement from pollution	POX活性(OD/mg protein)		污染下降值(%) Decrement from pollution
	Enzyme activity		Enzyme activity		Enzyme activity		
	对照 Control	污染 Pollution			对照 Control	污染 Pollution	
中东杨 <i>Populus davidensis</i>	1.30	0.95	26.9	0.215	0.371	72.6	
旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	1.70	1.40	17.6	0.143	0.328	129.4	
白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>	0.50	0.10	80.0	0.211	0.262	24.2	
紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	2.40	1.20	50.0	0.159	0.204	28.3	
云杉 <i>Picea koraiensis</i>	0.80	0.50	37.5	0.182	0.339	86.3	
白榆 <i>Ulmus pumila</i>	0.33	0.10	69.7	0.160	0.224	40.0	

* 表中数字为4次测试的平均值. Each value in the table represents the mean of four measurements.

叶绿素存在于细胞的叶绿体中,与蛋白质和磷脂组成色素蛋白复合体而存在,其含量制约着体内有机物积累的数量,植物在逆境条件下受到伤害或植株衰老时,最明显的表现就是叶绿素的分解加速或合成受阻,使其含量下降^[4,5]。

可溶性糖是光合作用的产物,用以提供植物生长发育所需的能量和合成各种有机物的碳源,6种树木含糖量的下降幅度与其叶绿素含量下降的幅度基本一致,表明是由于叶绿素含量减少干扰了光合作用。

蛋白质是原生质的主要成分,酶本身也是功能蛋白,核酸是原生质体中的重要物质,对蛋白质的合成起超重要的作用,核酸和蛋白质的含量下降不仅说明污染使之遭到分解破坏,也说明在合成代谢上受到伤害。

表4可见污染使SOD活性下降,意味着叶片已受到自由基的伤害,下降的幅度越大所受到伤害也就越重,POX是适应环境的重要酶,具有解毒作用,它的增大标志着保护反应的增强,增高的幅度越大,则抗性就越强^[6-8]。

从上述各生理指标的测试结果可见,不同的树木对石油化工污染大气的反应是不同的(表5)。

表5 6种树木在不同生理指标中对石油化工污染大气的抗性比较

Table 5 Resistant comparisons of different indexes to petrochemical pollution air in six trees

测试指标 Measurement index	树木抗石油化工污染由大到小的顺序 Resistant sequence from large to small in six trees					
电导率 Electric conductivity	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
K ⁺ 外渗量 K ⁺ leakage	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
叶绿素含量 Chlorophyll content	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
可溶性糖含量 Soluble sugar content	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
蛋白质含量 Protein content	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
核酸含量 Nucleic acid content	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
SOD活性 SOD enzyme activity	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>
POX活性 POX enzyme activity	旱垂柳 <i>Salix matsudana</i>	云杉 <i>Picea koraiensis</i>	中东杨 <i>Populus davidiensis</i>	白榆 <i>Ulmus pumila</i>	紫丁香 <i>Syzygium aromaticum</i>	白蜡槭 <i>Acer triflorum</i>

这表明了所受伤害影响的多样性和伤害因素的复杂性,其伤害是各因素的综合,不仅有形态解剖上的伤害,也有生理功能和代谢上的伤害,既有物质的分解加速,也有合成过程的受阻^[9,10]。通过表5的综合比较,可见6种树木对石油化工污染大气的抗性,由大到小依次为云杉、旱垂柳、中东杨、白榆、紫丁香、白蜡槭。

参 考 文 献

- 1 张志良. 植物生理学实验指导. 北京: 高等教育出版社, 1994. 55~258
- 2 上海植物生理学会. 植物生理学实验手册. 上海, 上海科学技术出版社, 1985, 44~213
- 3 王爱国等. 大豆种子超氧化物歧化酶的研究. 植物生理学报, 1983, (2), 26~28
- 4 潘瑞祺, 董愚得. 植物生理学. 北京, 高等教育出版社, 1995. 319~340
- 5 余叔文. 二氧化硫对植物的伤害和植物对二氧化硫的抗性. 植物生理学通讯, 1983(3), 7~9
- 6 王建华等. 超氧化物歧化酶(SOD)在植物逆境和衰老生理中的作用. 植物生理学通讯, 1989(1), 1~2
- 7 谭 常等. 二氧化硫和乙烯对芝麻伤害的增效作用. 植物生理学报, 1980, (4), 433~435
- 8 李振国等. 植物对二氧化硫的反应和抗性研究. 植物生理学报, 1980, (1), 47~54
- 9 孔国辉等. 大气污染与植物. 北京: 中国林业出版社, 1988
- 10 Peiser G D, Yang S F. Ethylene and ethane production from SO₂ injured plants. *Plant physiol.* 1978, 61(4): 491~492