

二氧化硫污染对马尾松生长影响的相关研究

黄益江

(福建林学院资源与环境系, 南平 353001)

陈杜满 刘玉明

(福建省青州造纸厂)

刘淑荣

(福建省南平市环境监测站)

摘要 研究了 4 a 中马尾松新梢受二氧化硫污染后的外部特征和生理反应。结果表明, 马尾松在清明节前后第 1 次抽梢时受害最严重, 新叶呈褐色坏死, 叶绿素含量及可溶性糖含量显著下降, 过氧化物酶活性显著上升, 生长高度明显下降。说明新叶中积累的 SO_3^{2-} 和 HSO_3^- 浓度超过一定值时, 马尾松生长受到伤害。

关键词 空气污染; 马尾松; 新梢; 危害

中图分类号 S791.248.01

众所周知, 绿色植物能吸收大气中的污染物, 从而起到净化空气, 保护环境的作用。但当大气中的污染物超过一定限度后, 植物不仅不能继续发挥净化空气的功能, 而且本身会受到伤害。位于沙县沙溪河畔的青纸马尾松(*Pinus massoniana*) 造纸林基地, 长期受到附近工厂排放的二氧化硫(SO_2) 气体的污染, 针尖变色, 有些甚至枯死, 尤其在每年清明节前后这种伤害更为严重, 严重影响了马尾松的正常生长。通过测定幼叶的叶绿素含量、可溶性糖含量及过氧化物酶的活性, 发现这些生理指标也发生了相应的变化, 生长高度明显落后于对照区。进行此研究旨在测定 SO_2 污染对马尾松生长的影响, 为马尾松林免受 SO_2 污染提供生理生化指标。

1 材料和方法

1.1 材料及样点选择

每年 5 月, 选择污染区马尾松新梢作为测定对象, 以无污染区的同龄马尾松作为对照, 测定其体内叶绿素含量、过氧化物酶活性、可溶性糖含量以及每年的树高。

1.2 测定项目

1.2.1 叶绿素含量的测定 称取 0.1 g 的马尾松新叶, 剪成长约 0.1 cm 的碎片, 用纯丙酮,

收稿日期: 1997-05-09; 修回日期: 1997-09-17

第 1 作者简介: 黄益江, 男, 1964 年生, 讲师

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www>

无水乙醇, 蒸馏水 (4.5 : 4.5 : 1.0) 的混合液 10 mL, 在黑暗中浸提至叶组织完全变白, 用 721 分光光度计在 663 nm 和 645 nm 处测定其光密度值^[1]。

1.2.2 可溶性糖含量的测定 取马尾松新梢叶片, 剪成 0.5 cm 长, 混匀, 于 80°C 烘箱中烘干, 磨碎后称取 0.1 g, 加入 40 mL 蒸馏水, 搅拌均匀后置于 80°C 的水浴中保温 30 min, 冷却后加入饱和醋酸铅, 至无白色沉淀为止。将混和液及其残渣洗入 100 mL 容量瓶中, 定容并充分振荡, 过滤于已加有 0.4 g 草酸钠粉末的三角烧瓶中, 再振荡, 过滤后即可溶性糖提取液。在 721 分光光度计下测定其含量^[2]。

1.2.3 过氧化物酶活性的测定 取马尾松新梢叶片, 剪碎混匀, 称取 1 g, 加入 5 mL ($0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$) $\times Z$ (离子系数) 的 Tris-盐酸的缓冲液, 加反应试剂 3 mL (用 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 磷酸缓冲液 50 mL, 0.019 mL 愈创木酚及 0.028 mL 过氧化氢混合配制), 在 470 nm 波长比色, 测定 5 min 内光密度值变化, 以 1 min 光密度值变化来表示酶活性^[3]。

1.2.4 叶片硫含量测定 用硝酸和过氯酸混合液, 在有钼酸钠存在的条件下消解植物有机材料, 用铬酸盐-碘滴定法测定^[4]。

2 结果和讨论

2.1 不同年份马尾松新梢伤害与生长关系

1991~1994 年, 每年 4 月观察马尾松新梢的伤害状况, 并测定新叶中硫含量和叶绿素含量。结果表明, 清明节前后新梢受到的伤害最严重(表 1)。

表 1 马尾松新梢含硫量、叶绿素含量与伤害症状

Table 1 Content of sulphur and chlorophyll and hurted symptom of masson pine

年 份	污 染 区			对 照 区		
	叶绿素含量 ⁽¹⁾	含硫量 ⁽²⁾	伤害症状 ⁽³⁾	叶绿素含量	含硫量	伤害症状
1991	1.46	0.34	+++	2.30	0.13	-
1992	1.51	0.30	+++	2.36	0.12	-
1993	1.48	0.31	+++	0.28	0.12	-
1994	1.53	0.36	++	2.29	0.12	-

说明: (1) 叶绿素含量单位为 $\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$; (2) 叶片含硫量为干重百分率; (3) 伤害症状: +++ 极严重, ++ 严重, + 轻微, - 正常

从表 1 可知, 叶片含硫量、叶绿素含量和新梢的伤害程度成一定的关系。每年清明节前后, 阴雨不断, SO_2 主要以溶解的 SO_3^{2-} 和 HSO_3^- 的形式从气孔和幼嫩组织的角质层进入细胞。据田砚亭等的研究表明^[5], SO_2 进入植物体内后, 主要集中在叶尖。当这些离子浓度较低时, 可通过组织氧化成硫酸根自行解毒; 当这些离子浓度继续增加, 超过植物自净能力时, 便破坏了植物叶肉组织, 使马尾松叶肉组织的生理生化过程受到破坏, 叶绿素含量降低, 叶尖失绿, 甚至变色, 枯焦死亡。

由于每年清明节前后新梢生长受到伤害, 导致了污染区马尾松的生长高度和对照相比有了较大的下降。经方差分析, 1991~1994 年树高均表现出极显著差异(表 2)。

2.2 马尾松新梢中可溶性糖含量变化

当马尾松新梢受到伤害后, 其内部生理生化指标也发生相应变化。从 1991~1994 年, 对

表 2 不同年份马尾松生长高度及方差分析

Table 2 Growth of height and variance analysis of masson pine in different years

年 份	马尾松高度/m		<i>t</i> 值 检 验	
	污 染 区	对 照 区	标 准 差	<i>t</i>
1991	4.20	4.70	0.063	7.93**
1992	4.65	5.28	0.072	8.75**
1993	5.12	5.80	0.074	9.18**
1994	5.62	6.38	0.083	10.56**

说明: 高度系 5 m × 5 m 样方内的平均数

新梢叶片进行可溶性糖含量的测定。结果表明, 污染区马尾松可溶性糖含量比对照区下降了 32.69%, 32.5%, 32.37% 和 30.78% (图 1)。说明 SO₂ 进入植物体后, 很快转化成 HSO₃⁻ 和 SO₃²⁻, 当这些物质积累超过一定值时, 造成叶肉细胞伤害, 从而使可溶性糖含量下降。

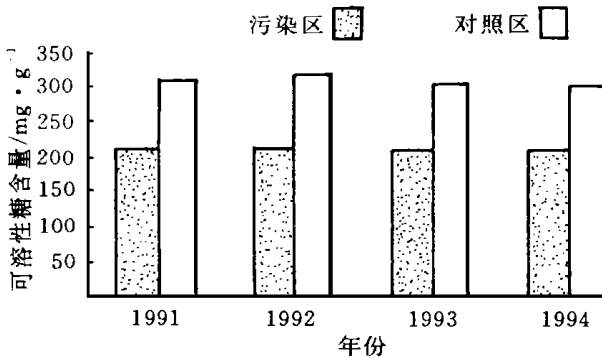


图 1 不同地点马尾松梢中可溶性糖含量

Figure 1 Soluble sugar in sprout of masson pine at different place

对 2 个不同地点马尾松新梢中可溶性糖含量进行 *t* 值检测, 可以看出污染区和对照区存在显著差异 (表 3)。这表明马尾松新梢受到伤害后可溶性糖含量下降。

2.3 马尾松新梢中过氧化物酶活性变化

不同年份马尾松新梢受到长时间 SO₂ 污染后, 体内过氧化物酶含量增加, 经 *t* 值检验, 其差异达到极显著水平 (表 4)。据 Siegel 等报道, SO₂ 对植物的伤害加速

表 3 不同地点叶片中可溶性糖含量 *t* 值检测Table 3 *t*-test of content of soluble sugar in leaves at different place

年 份	污 染 区				对 照 区			
	平均数	样本方差	标准差	<i>t</i>	平均数	样本方差	标准差	<i>t</i>
1991	210	4.763			312	8.486	4.865	17.675**
1992	212	4.960			321	8.960	5.121	20.313**
1993	209	4.854			309	8.421	4.859	21.198**
1994	206	4.742			303	8.263	4.847	20.220**

了植物的衰老^[6]。李振国研究认为, SO₂ 对植物的伤害过程中会发生一系列现象, 如乙烯的增生、膜脂过氧化、荧光物质积累等^[7], 可见 SO₂ 污染会在一定程度上引起过氧化物酶活性增加, 从而导致并加速植物体的衰老过程。

表 4 马尾松新梢过氧化物酶活性及 t 值检验Table 4 Activity of peroxidase and t -test of new sprout of masson pine

年 份	过氧化物酶/mol · s ⁻¹		t 检 验	
	污 染 区	对 照 区	标 准 差	t
1991	2.30 × 10 ⁻²	3.10 × 10 ⁻³	0.193 6	59.19 **
1992	2.15 × 10 ⁻²	2.99 × 10 ⁻³	0.184 6	60.61 **
1993	2.09 × 10 ⁻²	3.13 × 10 ⁻³	0.190 1	53.81 **
1994	2.08 × 10 ⁻²	2.94 × 10 ⁻³	0.210 2	48.76 **

3 结 论

通过多年的观察,马尾松在清明节前后第 1 次抽梢时,由于长时间受到 SO₂ 气体的污染,再加上阴雨不断,新叶针尖积累大量的 SO₃²⁻ 和 HSO₃⁻, 出现明显的伤害症状。污染区多数叶片叶尖呈褐色坏死,严重影响了马尾松正常生长,生长高度明显落后于对照区。同时体内叶绿素含量、可溶性糖含量呈明显下降趋势。过氧化物酶活性显著上升,说明了 SO₂ 污染阻碍了马尾松的正常生理生化过程,这势必影响马尾松林的成材。

在马尾松林缘,我们可以看到,经济作物绿竹和柑橘的叶片受害远较马尾松叶片伤害严重,因此我们可以在马尾松的林缘种植一些对 SO₂ 污染敏感的植物,从它们的外部形态变化预测工厂的污染状况,为我们直观判断污染程度提供一条快捷的途径。

参 考 文 献

- 1 陈福明,陈顺伟.混和液法测定叶绿素含量的研究.林业科技通讯,1984,(2):4~8
- 2 连玉武,段鹏程.几种常见植物对大气污染的生理反应.上海环境科学,1996,(7):14~16
- 3 华东师范大学生物系植物生理教研组主编.植物生理学实验指导.上海:人民教育出版社,1980.143~144
- 4 波钦诺克 X H.植物生物化学分析方法.荆家海,丁钟荣译.北京:科学出版社,1981.46~48
- 5 田砚亭,孟庆英,王华方.几种苗木对 SO₂ 的吸收和运转.环境科学,1984,(6):35~38
- 6 Siegel B Z, Galston A W. The isoperoxidase of *Pisum sativum*. *Plant Physiol*, 1967, **42**: 221~226
- 7 李振国,刘愚,吴有梅等.植物对 SO₂ 的反应和抗性研究.植物生理学报,1980,(6):47~55

Huang Yijiang (Fujian College of Forestry, Nangping 353001, PRC), Chen Duman, Liu Yuming and Liu Shurong **Effects of air pollution by sulfur dioxide on masson pine growth**. *Journal of Zhejiang Forestry College*, 1998, **15** (1): 127~130

Abstract: Physiological reaction on sulfur dioxide pollution to masson pine was determined. The results showed that masson pine was seriously hurt in the first sprout on April, and new leaves appeared brown. The content of the chlorophyll and soluble sugar were decreased, the same with the growth of height, the activity of peroxidase increased. These indicated that the growth of masson pine was hurt when content of SO₃²⁻ and HSO₃⁻ in leaf-cells was beyond a definitive point.

Key words: air pollution; masson pine (*Pinus massoniana*); shoot; disasters