

内部资料
注意保存

林木与环境保护

(1974年度研究初报)

58

云南林业学院环境保护研究小组

1975

取卡片一0701

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

人的正确思想，只能从社会实践中来，只能从社会的生产斗争、阶级斗争和科学实验这三项实践中来。

要认真总结经验。

绿化祖国。

植物对空气中氟化物的抗性和吸收能力

据文献报导，不同植物对氟化物的敏感性和积累程度有显著差别。有些植物有明显地吸收和积累氟化物而不受危害的特点，如西红柿和扁豆吸氟能力很强，在每立方米空气含氟55微克时，一公斤（干重）西红柿叶子可吸收3000微克的氟，扁豆比西红柿的吸氟量还要高三倍。又如柑桔叶含氟113 PPM时，没有明显的受害症状，含氟达138 PPM时，叶子才变黄。据研究，对氟抗性较强的树木有女贞、松、橡；反应中等的有月季、丁香、忍冬、苹果等。这些树种能够在不同程度上吸收空气中的氟化物，从而减轻氟污染的危害。

因此，我们认为选用一些抗氟性强的植物在释放含氟废气的工厂周围进行绿化造林，可以作为环境保护综合措施的一个重要环节。另外，有些植物对氟化物非常敏感，可以作为空气污染程度的指标，以便及时采取预防措施，减少毒气的危害。

我们选择光明磷肥厂为研究试点。光明磷肥厂是生产钙镁磷肥的工厂。近几年来，该厂在厂党委领导下，对高炉尾气中氟化物的回收做了大量工作。废气脱氟率一般为50%，有时可达90%。

但是，高炉含氟废气还没有达到完全根除。该厂在正常生产过程中，放空尾气的含氟量一般是0.04——0.2克/立方米，虽经大气稀释，对人体健康及牲畜仍有不同程度危害。因此，除进一步改进工艺过程，提高含氟废气的回收率外，在工厂周围合理进行造林绿化，对净化大气是完全必要的。

光明磷肥厂的自然环境较好，高炉北有几十亩菜园，高炉东南约50——200米的小山坡上是油杉林，山坡顶部是一片平坦

的大果园，种植着苹果、梨、桃、葡萄、板栗、油茶；高炉东为生活区；高炉西为公社农地。全年主风方向西南，阴雨天风向东北。含氟废气对工厂周围植物为害程度受到空气含氟量及气象因素的影响。

一九七四年度，我们在光明磷肥厂的研究工作主要有以下几方面：(一)植物受空气中氟化物伤害症状的调查；(二)在不同时期，不同污染程度时植物体内含氟量的变化；(三)盆栽试验的初步观察。

一、植物受空气中氟化物伤害症状的调查：

一九七四年七月十二日——七月十六日，我们在光明磷肥厂的果园、菜地、林地较普遍地观察了各种树木、果树、蔬菜受氟化物伤害的症状，并且测定了大气含氟量。十月七日和八日再次测定了这些地段的大气含氟量。

(一)大气中含氟量的测定：

七月份和磷肥厂化验室配合用茜素磺酸锆法测定了果园、菜园、林地空气的含氟量。先用两个5升蒸馏水瓶相互倒换抽气，将空气通过四个串联的气泡吸收管，吸收液为蒸馏水，抽气量为40升。用茜素磺酸锆溶液显色。在22型分光光度计上比色，求出氟含量。

十月份改用氟试剂法测定。用CD—1型空气采样器和二个串联的多孔玻板吸收管收集大气样品，吸收液为蒸馏水。用氟试剂法显色，0.4% 联苯胺——正丁醇溶液萃取，在22型分光光度计上比色，求出大气中含氟量。结果如下表：

表1 光明磷肥厂不同地段的大气含氟量。

含氟量毫克/立方米 时间	地点	果园	菜园	油杉林地		
				一号标准地	二号标准地	三号标准地
74.7.12		3.13	1.25	3.1	4.37	2.19
7.15		3.50	2.80	2.6	15.90	3.75
74.10.7		1.27	0.13	—	—	—
10.8		0.20	0.095	0.205	—	0.22
10.9		—	—	0.200	—	0.13

注：1. 一号标准地在小山坡顶部，距高炉约200米；

二号标准地在小山坡中部，距高炉约100米；

三号标准地在小山坡下部，距高炉约40米。

2. 七月十二日——七月十三日高炉检修，只有一个高炉冒烟；

七月十五日两个高炉冒烟；

十月七日——十月八日三个高炉冒烟。

为了弄清楚用茜素磺酸锆法和氟试剂法测定氟值的差别，曾用两法同时测定烟道气的含氟量，结果，用茜素磺酸锆法测定的氟值比用氟试剂测定的氟值大1.7至1.8倍。

两种方法测定氟值的差异，可能是因为在用茜素磺酸锆法显色前吸收液未经蒸馏，没有除去 PO_4^{3-} 和磷化氢的干扰所造成的。

(二) 植物受氟化物伤害的症状：

I 猪株

受害初期，叶肉组织有小块桔棕色斑点，叶脉仍为绿色。当病斑逐渐扩大到叶缘时，小叶脉也呈现桔棕色，主脉仍为绿色。有的叶后尖端也有上述色泽的病斑。病斑界限明显。陈旧

的病斑变成白或黄色。叶后病斑色泽变淡。

2. 黄栌

开始受害时症状不明显，将叶后对光仔细观察时，可看到在叶肉组织内隐隐有黄色斑点。以后受害叶后绿色变浅，叶片上有1——2毫米小块病斑。病斑界限明显。随着氟的积累，叶缘逐渐焦枯，叶肉组织间有小的枯焦斑点。

3. 栎：

开始受害时叶缘有浅黄色斑点，愈向内色泽愈浅。随着氟的积累逐渐成棕黄色。叶肉组织上出现明显病斑。

4. 兰桉：

叶肉组织上有暗红色点状焦斑，叶缘枯焦。陈旧病斑逐渐扩大，色泽呈黄白色。最后延至全叶，致使叶片脱落。老叶受害较明显。

5. 油杉

叶尖端为棕色。一般病斑约占正个针叶的 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{3}$ 、 $\frac{1}{2}$ 不等。

6. 云南松

针叶尖端呈枯棕色，顶端新长出的针叶受害较轻。一般病斑约占正个针叶的 $\frac{1}{3}$ 。老叶受害较重。在中部和下部针叶上的病斑约占正个针叶的 $\frac{1}{2}$ —— $\frac{1}{3}$ 。

7. 玫瑰香葡萄：

幼叶缺绿。老叶受害较严重，病斑由叶后尖端和叶缘开始，叶肉组织有大块的深棕色病斑。病斑界限明显。受害日久的病斑，从叶肉组织上脱落下来。大块的病斑可占全叶面积的 $\frac{1}{2}$ —— $\frac{4}{5}$ 。叶肉组织脱落后叶脉裸露，葡萄产量很低，甚至全无收成。

8 水蜜桃

受害症状不明显。也可观察叶肉组织有缺绿小斑点（大小

约1毫米)。由叶尖及叶缘开始向内蔓延。有时在叶肉组织上发现棕色斑点，以及受害组织脱落留下的小空洞。果实产量下降，特别是成熟果实的尖端僵硬而且味苦，品质降低。

9. 沙梨 (碣山梨)

枝叶茂盛，结果累累，受害症状不明显。仔细观察可以看到叶肉组织有隐约的褐色斑点。叶上有破缺，似为焦枯斑脱落后留下痕迹。

10. 苹果

青香蕉苹果：树长势好，受害不明显。幼叶片上有深褐色斑点，但数量很少。结果很多，看来抗性较强，但也可能和水肥条件较好有关。

金帅苹果：叶片上有深褐色斑点。病斑界限明显。老叶、幼叶均受害，受害部位也在叶肉组织。

其它的苹果品种如国光、红玉也是比较敏感的，树的长势较差，结果小，产量低。

11. 拐枣

叶肉组织有缺缘现象，叶脉绿色较深，致使叶片呈现出明显的花叶状，有些叶子的边缘有少量棕褐色病斑。

该厂几株拐枣分布在高炉北10米处的沟边，该处烟雾弥漫，植物体内含氮量较高，但拐枣长势仍较好，抗性强。

12. 垂柳

高炉附近的几株垂柳，没有明显的受害症状。仔细观察可以看到叶肉组织上有极小的黄色斑点。植物体内含氮量较高，也是一种抗性强的树种。

二、在不同时期、不同污染程度时，植物体内含氮量的变化
于一九七四年五月、七月、十月三个不同时期，我们在磷肥厂附近的不同地段采集三十几种植物样品，测定含氮量。

(一) 样品采集与处理:

取树冠中部枝条, 摘下叶片放入纸袋, 在 80°C 鼓风干燥箱内烘至全干。将干燥的叶片放入手摇粉碎机上碾磨两次, 使成细粉状, 再经100目筛过筛, 将所得叶粉装入小纸袋, 貯于干燥器内, 备用。

(二) 植物体内氟化物的提取和测定:

用扩散法提取植物体内氟化物, 将少量叶粉与强酸混合, 在缓慢加热(52°C)的条件下, 样品所释放的氟化氢被均匀塗在器皿的盖上的 NaOH 所吸收。小心将盒盖上的碱洗脱至容量瓶中, 加氟试剂和硝酸镉显色定容, 在 VSU—I 型分光光度计上 $620\text{m}\mu$ 比色, 求出样品含氟量。氟的测定方法详见“植物样品中微量氟的测定”。

(三) 结果和讨论:

1. 试验证明, 在大气污染程度相似的情况下, 不同植物的叶片含氟量有很大差异。

量食用可能有害。

根据这些结果，我们初步认为，污染区蔬菜品种要适当选择，应种植氟积累少的品种，否则长期食用将引起危害。

2. 在空气不同污染程度处生长的相同树种的叶中含氟量有明显差别（表5）

表5. 不同采样地点的叶中含氟量比较

（采样日期：七月上旬）

含氟量 采样地点	树种	拐枣	银桦	兰桉
高炉南 10米		650	630	
高炉北 10米		3850		
高炉东 5米				1625
高炉东 30米			87.5	250
高炉东南200—400米				250
对 照		65	85.5	40

由表5可以看到，高炉东五米处生长的兰桉，每公斤干叶含氟量为1625毫克；高炉东30米（生活区）生长的兰桉，每公斤干叶含氟量为250毫克；由昆明市东风市场附近采集的兰桉（对照）每公斤干叶含氟量仅为40毫克。高炉东五米处的兰桉含氟量比生活区的兰桉高5.5倍，比对照高40倍左右。又如生长在高炉南10米处的拐枣，每公斤干叶含氟量为650毫克。高炉北10米处的拐枣，每公斤干叶含氟量为3850毫克。由西山华亭寺采到的拐枣（对照），每公斤干叶含氟量为65毫克。高炉北的拐枣正处在下风侧，含氟量比上风侧的拐枣高5倍左右。比对照高58倍多。银桦，垂柳也有类似的情况，处在主风方向

下侧，或离污染源近的叶片含氟量比生活区和对照高很多倍。

主风方向和距污染源的远近对叶片内含氟量的影响十分明显。在主风方向下侧和距污染源较近之处，空气氟污染肯定较严重，叶片内含氟量就高，在非主风方向上侧和左右侧，以及距污染源较远之处，空气的氟污染较轻，叶片内含氟量就低。该厂菜园虽处于主风方向下侧，但地势较低，侧得的空气含氟量较低，因此蔬菜的含氟量也比较低（表4）

3. 为了研究不同时期叶片内含氟量，我们分别在一九七四年的五月上旬、七月中旬、十月上旬，在不同污染区采集植物样品，并分析叶片内的含氟量，发现大多数植物有积累氟化物的特点（如表6）。高炉附近的漠杨，五月上旬，每公斤干叶含氟量为450毫克。七月中旬含氟量为2000毫克，十月份为3700毫克。七月份含氟量为五月份的4.4倍，十月份为七月份的1.8倍。又如拐枣（高炉附近），五月份每公斤干叶含氟量为1100毫克，七月份为3850毫克，十月份为3925毫克，七月份比五月份含氟量高约3.5倍，十月份比七月份则稍高一些。银桦、兰桉也有类似情况。总之，不同植物在一年内随着时间的增进，体内含氟量不断积累，一般情况下，十月份含氟量比七月份高，七月份含氟量又高于五月份。

表 6 树木叶内在不同时期的含氟量

树种	采集地点	含氟量 (毫克/公斤干叶)		
		五月	七月	十月
兰桉	高炉附近		1625	2350
滇杨		450	2000	3700
拐枣		1100	3850	3925
银桦		250	630	262.5
女贞		475		525
板栗			235	400
云南松	果园边		50	75
玫瑰香葡萄			175	475
侧柏		800	2900	
油杉	山坡中部		242.5	460

4. 据七月份的观察测定, 葡萄嫩叶含氟量为 5 毫克/公斤干重, 仅表现出缺绿的轻度受害症状。此时老叶内的氟已积累到 175 毫克/公斤干重, 比嫩叶高 35 倍。叶肉组织受害症状十分明显, 甚至沿病斑脱落, 叶脉裸露。这说明受害症状的表现程度与含氟量密切相关。

5. 根据植物受氟害症状的观察和叶内含氟量的分析, 我们对植物抵抗氟污染的能力有了初步的了解。叶内含氟量多的植物往往并不是受害最严重的。受害最严重的常常体内含氟量并不太高 (表 7)。如高炉北 10 米处的拐枣, 七月份每公斤干叶, 含氟量为 3850 毫克, 高炉东南 200 米紧靠果园边生长的油茶, 每公斤干叶积累的氟量为 3725 毫克, 生长未见异常。高炉北 10 米处的垂柳, 每公斤干叶积累的氟高达 5100 毫克,

表 7. 植物受氟化物伤害的症状和含氟量

树种	采集地点	含氟量 (七月) (毫克/公斤干叶)	植物受氟化物伤害症状	抗性程度
兰 桉	高炉附近	1625	叶肉组织有红棕色小斑点，叶缘枯焦，老叶病斑扩大，呈现灰白色，全叶焦枯后即脱落。幼叶受害较轻，不明显。	中 (下)
黄 杨	高炉附近	2000	同 上	中 (下)
招 枣	高炉附近	3850	叶脉绿色，叶肉组织呈现不明显的缺绿，形成花叶状 (叶脉颜色呈深浅相间的花叶状)，少数叶边缘有少数棕褐色焦斑。	强
银 桦	高炉附近	630	老叶边缘有棕褐色焦枯状，幼叶未见异常。生活区 (化验室前) 银桦长势很好，未见异常。	中 (上)
乌 桉	工厂生活区 (高炉东40米)	420	枝叶茂盛，未见异常。	强
油 茶	果园边 (高炉200米)	3775	生长正常，未见异常。	强
玫瑰香 葡 萄	果园中部 (高炉200米)	175	幼叶略有缺绿现象，老叶受害较严重，病斑由叶尖，叶缘开始，叶肉组织也有病斑，为深枯黄色，病斑界限明显，受严重时，叶肉组织由病斑处脱落，使叶脉裸露，严重受害叶病斑占整个叶面 $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{5}$	弱

受害亦不明显，仅在叶肉组织中发现有黄色小斑点（大约1毫米）。相反，在远离高炉400米以上的果园内栽培的玫瑰香葡萄，体内含氟量仅有175毫克，病斑却非常明显，表现出严重的受害症状。而高炉东南200米山坡上的云南松，七月份每公斤干叶含氟量仅为50毫克，但是病斑占整个针叶的 $\frac{1}{3}$ —— $\frac{2}{3}$ ，病斑的深桔黄色使整个树冠颜色呈现似火烧状。

我们初步把拐枣、油茶、垂柳、乌桕列为抗氟性强的树种；把玫瑰香葡萄、云南松、玉米列为对氟敏感的植物；而把碭山梨、青香蕉苹果、金帅苹果、桃、兰橙、滇杨列为抗氟性中等的植物。

三、盆栽试验初步观察：

为了更加确切地观察空气中氟化物引起植物的伤害，应当排除土壤中氟化物的干扰，一九七四年六月三十日，我们由楸木园选送盆栽2—3年生的水杉、法桐、银桦、桃、棕榈、松柏树苗各10—12盆。运送前添无污染土，剪去病叶、坏叶，分别放在光明磷肥厂的果园、菜园，及化验室门前，以无污染水灌溉。

一九七四年七月十一日第一次观察，发现果园、菜园盆栽法桐（果园四盆，菜园五盆）各有一株叶片全部枯焦，干缩，部分已脱落。另外两株法桐叶变黄，但叶片平展不干缩，好像秋天落叶前的状况，有些叶片黄绿相间，形成花斑叶，变黄次序是由基部向上，由内膛向外推移。据工厂管理人员谈，六月三十日送去后，七月四日（或五日）下过一次雨，雨后第二天法桐叶片突然变黄，不久即发现有一盆法桐的叶干缩。化验室前两盆，因为受污染影响较小，叶上虽有花斑，但程度较轻。楸木园栽培的盆栽对照却安然无恙。

一九七四年七月二十九日第二次观察，反叶片已干缩的一盆

法桐，叶片全部脱落，茎棕褐色，枝条软，其它几盆法桐后来已发黄的叶片似已全部脱落，而第一次观察时的花斑叶大部分又重新转绿，少数绿叶的叶缘有黄褐色焦斑，病斑与正常组织间的界限明显。没有发现黄叶和枯焦叶。

据了解，七月十一日到七月二十九日安宁附近多阴雨，且厂内检修高炉，只有一个烟囱冒烟。因此，空气含氟量较低，同时，叶片中的氟被雨水淋出，使受害症状转轻。

第一次观察时采集法桐叶片测定含氟量，果园盆栽的法桐叶含氟量为350毫克/公斤干叶，采自昆明金碧路生长正常的法桐为115毫克/公斤干叶，果园盆栽法桐叶片含氟量只高一倍，而受害却表现突出。说明法桐的抗性可能是比较弱的。

果园、菜园以及化验室前的水杉，在小叶尖端呈现深褐色焦枯斑，约占叶长的 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{2}$ 。在生活区（化验室前）的水杉症状较轻。

桃树苗有黄叶，或在绿色叶片上有红斑，直径约1毫米，另外还有少数空洞。因橡木园的对照盆栽也有类似症状，不能断定是由氟污染所引起的。

棕榈、银桦、松柏两次观察均未见异常。

上述症状也须用人工熏烟法继续研究。

根据一年的观测结果，我们认为植物是可以吸收大气中的氟减轻污染，如在厂旁油杉林外林的上空及林内空气中含氟量低很多。林内经过抗性弱、吸收能力小的树种——油杉吸收阻挡后，空气含氟量比林上林外低 $\frac{1}{3}$ —— $\frac{1}{2}$ 。

植物在体内可以积累氟，吸收的时间越长，体内含氟量越多，这也表明植物确能吸收大气中氟污染物。

抗性强的植物不一定是净化能力大的植物。因此放有含氟废气的工厂，应选用净化能力强的树种与抗性强的

树种搭配，或选用兼有二者特性的树种绿化，才能起到净化空气，减小污染，美化环境的作用，而不能又考虑采用抗性树种。

参考资料：

1. 天然水中微量氟的测定：

中国科学院化学研究所 1972.11.

2. H.E. Hegget al: Phytopathology

VOL 58. No 8. 1968

3. 林木与环境保护 北京林学院.

1973.3. 内部资料.

树木对二氧化硫的抗性及吸收能力

二氧化硫是污染大气的主要气体之一。大气中二氧化硫主要来源于煤和石油的燃烧，以及工厂排出的尾气。如：一般冶炼厂、钢铁厂、炼油厂、火力发电厂、砖瓦厂、焦化厂、化肥厂、化工厂和许多中、小工厂的锅炉每天都有大量的二氧化硫排放于大气之中。所以，二氧化硫是当前危害最大，分佈最广的一种气体。二氧化硫的污染对人体产生危害，引起一系列慢性和急性的疾病。

二氧化硫对植物的影响有过很多报导。有的植物对二氧化硫十分敏感。在工业区及其附近地区，地衣几乎绝迹，农作物中如棉花、大麦、小麦、紫花苜蓿、豌豆等作物，在二氧化硫达到 0.1 ppm 时就有明显的影响，据研究，烟熏8小时，在二氧化硫浓度为 $0.05 - 1.0 \text{ ppm}$ 时就达到受害阈值的浓度 [1-10] 树木中的美国五针松对二氧化硫也很敏感，在二氧化硫浓度为 0.05 ppm 时就有可能发生轻微顶端枯死和缺绿斑点，二氧化硫常造成森林的成片死亡。[P. 15, 18]，低浓度的二氧化硫 ($0.24 - 0.42$ 毫克/米³ 年平均) 就可以引起云杉生长量降低。

有的植物对二氧化硫有抗性，并能吸收二氧化硫和在体内积累硫 [14, 16]。用放射性同位素 S^{35} 进行实验，证明 SO_2 是通过气孔进入植物并发生积累 [25]。

由此可见，二氧化硫对大气的污染，将会给人民身体健康及工、农业生产带来严重危害。在我们社会主义的国家中，党中央、毛主席十分重视治理工业“三废”的工作，提出了“全面规划、合理布局，综合利用，化害为利，依靠群众，大家动

手，保护环境，造福人民的方针。环境保护工作的主要方面是采取工业措施消灭污染源，通过改进工业生产的工艺流程和加强“三废”的综合利用，达到化害为利的目的。不过在一般情况下，往往还是有一小部分废气要排到大气中去，虽然浓度不太高，但扩散范围较广。此时采用工业措施进行净化就较为困难。为解决这一问题，实现毛主席提出的“大地园林化”的号召，在城市，工矿区大力开展造林绿化工作。以净化大气，改善人民的生活环境。

本试验的目的是：观察二氧化硫对树木的影响并测定树木对 SO_2 的吸收量。为从二氧化硫为主要污染气体的厂矿造林绿化找出抗性强并对二氧化硫有较高的吸收能力的树种。

一、试验的环境及方法：

我们以××钢铁厂总厂后为实验地区（见图1），其主要车间有轧钢、炼钢、炼铁、焦化、烧结、发电耐火材料等七个主要车间。每日耗煤量约为二千吨。一百吨煤燃烧后产生三吨二氧化硫。以此为标准，该厂每日向大气中排放出的二氧化硫可达六十吨，该地区常年主风向为西南风。我们在其不同地点选择了原来已栽植的八个树种，多数五至六年生。分别于一九七四年七月二十日和九月十四日定株采集叶片，进行含硫量分析，并观察、记录受害症状。对照样品采集于云南林业学院内这里的树木基本上是不受二氧化硫污染的。